LEÇONS

DE

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE



TRAVAUX DU MÊME AUTEUR

Cours de médecine du Collège de France

Leçons de physiologie expérimentale appliquée à la médecine. Paris, 1855-1856. 2 vol. in-8 avec fig. .... 14 fr.

Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses. Paris, 1857. 1 vol. in-8 avec 32 figures.......... 7 fr.

Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux. Paris, 1858. 2 vol. in-8 avec fig...................... 14 fr.

Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme. Paris, 1859. 2 vol. in-8 avec figures.. 14 fr.

Leçons sur les anesthésiques et sur l'asphyxie. Paris, 1875. 1 vol. in-8 de 520 pages avec figures......................... 7 fr.

Leçons sur la chaleur animale, sur la chaleur et sur la fièvre. Paris, 1866. 1 vol. in-8 de 469 pages avec figures....... 7 fr.

Leçons sur le diabète et la glycogenèse animale. Paris, 1877. 1 vol. in-8 576 pages avec figures........................... 7 fr.

Leçons de physiologie opératoire. 1879. 1 vol. in-8 XVI-614 pages avec 116 figures.. 8 fr.

Cours de physiologie générale du Muséum d'histoire naturelle

Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux. 1878-1879. 2 vol. in-8 avec pl. col. et figures. 15 fr.
Séparément : Tome II. Paris, 1879. 1 vol. in-8 de 550 p. 5 pl. et fig. 8 fr.

Introduction à l'étude de la médecine expérimentale. Paris, 1865. 1 vol. in-8, 400 pages............................... 7 fr.

La science expérimentale. 2[e] *édition*. Paris, 1879. 1 vol. in-18 jésus de 450 pages, avec figures.................................... 4 fr.

Table des matières. — Du progrès des sciences physiologiques. — Problèmes de physiologie générale. — Définition de la vie, les théories anciennes et la science moderne — La chaleur animale. — La sensibilité. — Le curare. — Le cœur. — Le cerveau. — Discours de réception à l'Académie française. — Discours d'ouverture de la séance publique annuelle des cinq Académies.

Précis iconographique de médecine opératoire et d'anatomie chirurgicale, par Claude BERNARD et HUETTE. Paris, 1872. 1 vol. in-18 jésus de 495 pages avec 113 pl. figures noires, cartonné. 24 fr.
— Le même, figures coloriées.................................. 48 fr.

Fr. Magendie. Paris, 1856. In-8.......................... 1 fr.

18-80 — CORBEIL. Typ. et stér. CRÉTÉ

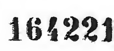
COURS DE MÉDECINE
DU COLLÈGE DE FRANCE

LEÇONS
DE
PATHOLOGIE
EXPÉRIMENTALE
ET LEÇONS SUR LES PROPRIÉTÉS DE LA MOELLE ÉPINIÈRE

PAR

CLAUDE BERNARD
Membre de l'Institut de France (Académie des sciences et Académie française) et de l'Académie de médecine,
Professeur de médecine au Collège de France,
Professeur de physiologie générale au Muséum d'histoire naturelle, etc.

DEUXIÈME ÉDITION



PARIS
LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS
Rue Hautefeuille, 19, près du boulevard Saint-Germain.
LONDRES — BAILLIÈRE, TINDALL AND COX
MADRID — CARLOS BAILLY-BAILLIÈRE
1880



(I.H.S.) [illegible] ces gaz réunissent à la propriété d'irriter [illegible]

Mais en même temps il rend le sang très noir, l'espèce de [illegible] sont de la même couleur noire qu'on retrouve encore dans l'intestin grêle, tandis que l'estomac n'en présente pas. Ce coloration noire est due à du sulfure de fer qui se forme aux dépens du fer du sang et de la bile.

Exp. — Chez un lapin, tué immédiatement — 203 minutes.
Grenouille, retirés les mouvements du cœur [illegible], correspondent [illegible] contractions [illegible] pas à [illegible] — Sensibilité est complètement éteinte, mais muscles encore très excitables.

Les substances toxiques ne [illegible] qu'elles n'agissent sur les organes que par l'intermédiaire du sang artériel; lorsqu'elles sont capables d'être éliminées entièrement par les poumons, ne sont pas vénéneuses. Cl. B. Substances toxiques page 371.
L'hydrogène sulfuré toxique lorsqu'il est introduit directement dans les poumons par les voies respiratoires, [illegible] il est rejeté immédiatement, car dans ce cas il est rejeté par la respiration.

Absorption — [illegible] les gaz [illegible] par respiration — de même [illegible] pour les liquides sur la [illegible] circulation; car l'absorption par la surface intestinale qu'elle [illegible] est très rapide — Expérience [illegible] lorsque l'estomac est à jeun [illegible] — l'absorption étant toujours [illegible], ce devant être le contraire, mais cette [illegible] tient à l'arrivée des liquides [illegible] la digestion.

conditions favorables à l'absorption

AVANT-PROPOS

On trouvera dans ce volume un cours de *Pathologie expérimentale* professé au Collège de France en 1859-1860. J'ai voulu conserver à ces leçons leur caractère primitif, et M. le docteur Benjamin Ball, professeur agrégé de la Faculté de médecine, qui les recueillit, il y a onze ans, dans le *Medical Times and Gazette* (1), a bien voulu se charger de les retraduire en français, afin d'en rendre la reproduction aussi fidèle que possible.

Je vais expliquer en quelques mots les raisons qui me déterminent à en faire aujourd'hui une publication rétrospective.

En 1858, après avoir donné, pendant plusieurs années,

(1) *Lectures on experimental pathology and opérative physiology*, delivred at the College de France, during the winter session 1859-60, by M. Claude Bernard, etc. (*Medical Times and Gazette*, vol. II, 1860).



une série de cours au Collège de France sur des sujets divers et des fragments d'études de physiologie médicale (1), je conçus le plan d'un ouvrage dogmatique de médecine expérimentale.

Malheureusement, les moyens matériels et les installations nécessaires me faisaient défaut; cependant, sans me décourager, je continuai avec ardeur la préparation de mon ouvrage, dont je publiai l'introduction en 1865 (2).

A cette époque, des améliorations étaient projetées dans l'enseignement pratique des sciences en France, et lorsque je pouvais croire mes vœux près de se réaliser, une maladie pénible est venue m'arrêter et me tenir pendant six années éloigné de mon laboratoire.

Aujourd'hui, l'état de ma santé va me permettre, j'espère, de reprendre mes travaux; mais le temps, la science et les événements ont marché, et le plan de l'ouvrage que j'avais conçu il y a douze ans, doit nécessairement subir des modifications.

Toutefois, il m'a semblé utile de faire connaître mes premières tentatives; ce sont des études qui s'ajouteront

(1) *Leçons de physiologie expérimentale appliquée à la médecine; Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses; Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux; Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme;* 7 volumes publiés de 1854 à 1858.

(2) *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Paris, 1865, 1 vol. in-8.

naturellement à celles que j'avais déjà publiées antérieurement, et qui montreront l'unité et la constance de mes recherches appliquées au problème scientifique que je poursuis.

Mon cours de 1859 se composait de deux ordres de leçons alternatives et distinctes, les unes de *pathologie expérimentale*, destinées à l'exposé des principes de la médecine expérimentale, les autres, de *physiologie opératoire*, traitant de la technique des expériences proprement dites (1).

J'ai distrait de la publication actuelle ce qui est relatif aux études de physiologie opératoire, pour en former un autre volume (2).

On ne trouvera ici que la partie dogmatique du cours. Le principe que j'ai cherché à mettre en évidence, c'est que la pathologie et la physiologie ne se séparent réellement pas dans leur étude scientifique, et qu'il n'est pas nécessaire d'aller chercher l'explication des maladies dans des forces ou des lois qui seraient d'une autre nature que celles qui régissent les phénomènes ordinaires de la vie.

Je me hâte d'ajouter, en répétant ce que j'ai dit en commençant, qu'il ne s'agit là que d'une ébauche, d'un

(1) Voyez le *Medical Times*, *loc. cit.*

(2) Voyez *Leçons de physiologie opératoire*, Paris, 1879, avec 116 figures.

résumé très succinct de leçons elles-mêmes très incomplètes, auxquelles je n'ai cependant rien voulu changer, désirant simplement signaler la direction des idées, tout en leur conservant leur date et leur place dans l'évolution de mes travaux.

C'est la même pensée qui m'a déterminé à donner, à la suite du cours de pathologie expérimentale extrait du *Medical Times*, et dans leur ordre chronologique, les premières leçons d'autres cours qui ont paru ultérieurement dans divers journaux français de médecine ou de science ; seulement on comprendra que cela ait dû entraîner quelques répétitions, puisqu'en effet il s'agit toujours du développement du même sujet.

En résumé, on verra que dans tous les temps mon enseignement s'est proposé un double but à atteindre :

1° Poser les principes de la médecine expérimentale ;

2° Établir les préceptes rigoureux de l'expérimentation appliqués à l'étude des phénomènes des êtres vivants.

J'aurai ainsi contribué, dans la mesure de mes forces et des moyens dont je dispose, à la fondation de la médecine scientifique ou expérimentale.

Le sentiment des progrès actuels et de la marche rapide de cette science suffirait à exciter mes efforts, mais je dirai que les traditions de l'enseignement médical

du Collège de France m'en font encore un devoir et même un point d'honneur national.

Les expérimentateurs de tous les pays qui, depuis l'antiquité, ont cherché à rapprocher la médecine de la physiologie et des diverses sciences physico-chimiques, sont les vrais promoteurs de la médecine expérimentale. Je rappellerai ici les noms des hommes illustres qui depuis un siècle m'ont précédé dans la chaire de médecine du Collège de France.

En 1771, il y a juste cent ans, Portal y professait un cours de physiologie pathologique dans lequel il analysait les phénomènes des maladies à l'aide d'expériences sur les animaux vivants (1).

Laennec, qui lui succéda, créa l'auscultation et fit faire un pas immense à la médecine expérimentale. A une interprétation vague et incertaine des symptômes des maladies, il substitua un diagnostic précis fondé sur la connaissance des conditions physiques des phénomènes morbides.

Magendie, qui vint ensuite, exerça une influence décisive qui fit pénétrer d'une manière définitive l'expérimentation dans l'étude de la médecine scientifique.

(1) *Mémoires sur la nature et le traitement de plusieurs maladies*, par Antoine Portal, professeur de médecine au Collège de France, etc., avec le *Précis des expériences, sur les animaux vivants, d'un cours de physiologie pathologique*, 2 vol. Paris, 1800.

Si l'on voit aujourd'hui cette impulsion expérimentale grandir et se développer à l'étranger par la création et l'installation de magnifiques laboratoires, je ne devais pas laisser oublier que la médecine expérimentale a, dans le sol français, une ancienne et profonde racine qui ne dépérira pas.

Paris, 10 septembre 1871.

CLAUDE BERNARD.

LEÇONS

DE

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE

PROFESSÉES

AU COLLÈGE DE FRANCE

1859-1860

LEÇONS

DE

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE

PROFESSÉES AU COLLÈGE DE FRANCE

1859-1860

PREMIÈRE LEÇON

RÉFLEXIONS PRÉLIMINAIRES ET DÉFINITION DE LA MÉDECINE

SOMMAIRE : Considérations générales. — Rapports de l'art médical avec les sciences médicales. — Degrés successifs du développement d'une science. — Objet du cours de pathologie expérimentale. — Utilité de la physiologie au point de vue du médecin.

MESSIEURS,

Un usage consacré par le temps oblige tout professeur, à l'ouverture de son cours, à donner une définition de la science qu'il se propose d'enseigner. Cette manière d'aborder le sujet n'est pas sans quelques inconvénients. En effet, pour bien comprendre la définition d'une science, n'est-il pas nécessaire de l'avoir depuis longtemps étudiée? Il semble donc qu'une définition générale serait mieux placée à la fin de la dernière leçon qu'au début de la première.

Au point de vue philosophique, cette objection ne serait pas sans valeur; mais au point de vue pratique, il est toujours préférable, au commencement d'un cours, de

formuler une définition, même incomplète, des divers problèmes qui feront l'objet des leçons qui vont suivre. C'est, en effet, le seul moyen de déterminer clairement le but que l'on se propose d'atteindre.

Qu'est-ce que la médecine? Voilà sans doute une question qui n'est guère nouvelle; posée depuis des siècles, elle n'a pas encore reçu de réponse satisfaisante. La médecine est-elle un art ou une science, et n'est-elle qu'une partie de l'histoire naturelle (1)? Chacun de ces points de vue a eu ses partisans, comme le prouvent les diverses définitions que nous ont transmises les auteurs classiques. D'après Hippocrate, la médecine consiste à supprimer tout ce qui se trouve en excès dans l'économie et à suppléer à tout ce qui lui manque : en d'autres termes, c'est l'art de rétablir l'équilibre dans l'organisation. D'après Hérophile, la médecine est la science de la santé et la connaissance de tous les agents qui peuvent la conserver. D'après Hoffmann, c'est l'art d'utiliser les sciences physiques et chimiques pour la conservation de la santé. Pitcairn, considérant la question dans un sens exclusivement pratique, a donné une définition différente. La science médicale, d'après lui, n'a d'autre but que de résoudre le problème suivant : *Une maladie étant donnée, en trouver le remède.* Pinel, se plaçant au point de vue du naturaliste, a complètement changé les données du problème. Il s'agit, pour lui, *une maladie étant donnée, le trouver sa place dans un cadre nosologique.*

(1) Dès les temps les plus reculés, la médecine a été considérée comme une science naturelle; mais sa conception comme science expérimentale est toute moderne.

Aucune de ces définitions ne satisfait complètement aux tendances de l'époque où nous vivons. La médecine exige l'application d'un grand nombre de sciences : l'anatomie, la physiologie, la physique et la chimie elles-mêmes viennent tour à tour lui apporter leur tribut. Considérée de cette manière, la médecine n'est plus une science par elle-même : à proprement parler, il n'existerait que des sciences médicales.

Maintenant, la médecine est-elle un art ou une science? Cette question est d'un ordre secondaire, car dans toutes les branches des connaissances humaines, l'art et la science se trouvent intimement unis. La partie scientifique et purement théorique de toutes nos connaissances est absolument impersonnelle; c'est la vérité envisagée sous un aspect idéal. Mais dans son application pratique, nous voyons apparaître inévitablement les qualités personnelles de l'individu. *L'art, c'est l'action,* disait Aristote.

Contentons-nous pour aujourd'hui de fixer notre attention sur un point digne d'étude sérieuse : occupons-nous de l'art et de la science dans leurs rapports mutuels, et considérons l'influence réciproque qu'ils exercent l'un sur l'autre. Il est impossible de contester dans les sciences l'impulsion que la théorie a donnée à la pratique. Dans la physique et la chimie, on ne saurait faire une découverte sans fournir aussitôt à l'industrie une multitude d'applications utiles. Mais en médecine, il n'en est pas encore ainsi : les progrès ou les modifications de nos théories physiologiques n'exercent qu'une influence le plus souvent incertaine sur la pratique de l'art de guérir, et nous voyons même un grand nombre de

praticiens s'isoler complètement de la physiologie comme s'il était inutile ou même dangereux d'en suivre les fluctuations diverses. Ils se contentent de traiter leurs malades par des procédés purement empiriques. L. Rivière (de Montpellier), un des contemporains d'Harvey, allait jusqu'à prétendre que la découverte de la circulation du sang n'était qu'une simple curiosité d'histoire naturelle, et ne pouvait rendre aucun service à la médecine pratique.

Comment expliquer cette singulière différence entre la médecine et les autres sciences? L'étude des êtres vivants présenterait-elle des conditions spéciales, en vertu desquelles la théorie et la pratique ne sauraient se prêter un secours mutuel? Pour résoudre cette difficulté directement, il faut remonter plus haut; il faut étudier la marche que suit naturellement l'esprit humain dans son évolution et dans la recherche de la vérité scientifique. Au premier abord, on est tenté de croire que dans toutes les sciences, la théorie a précédé les applications pratiques. La logique semblerait le prouver; et cependant c'est là une erreur profonde. L'histoire nous apprend que l'évolution se fait en sens inverse, et que la pratique a toujours précédé la théorie. Pendant combien de siècles ne s'est-on pas livré aux manipulations chimiques avant de connaître les lois fondamentales qui président à la combinaison des corps? et pendant combien de temps n'a-t-on pas fait usage de verres grossissants, avant de formuler pour la première fois la théorie scientifique de la lumière?

Il y a donc une période dans l'histoire de toutes les sciences où l'empirisme a précédé le raisonnement.

L'homme s'efforce d'utiliser les forces de la nature longtemps avant d'en connaître les lois; et la conservation de la santé étant à coup sûr le premier de tous les biens, la médecine pratique a dû naître au seuil même de la civilisation. Comment alors expliquer l'état d'imperfection dans lequel nous la trouvons actuellement, en présence des progrès si remarquables qu'ont réalisés les sciences physiques et chimiques? Cela tient à ce que les phénomènes qui se passent dans les êtres vivants sont infiniment plus complexes que ceux de la nature inorganique; ils unissent, en effet, les propriétés des corps inorganiques à d'autres propriétés qui leur appartiennent exclusivement, en tant que corps vivants. Nous n'avons donc pas lieu de nous étonner de cette marche successive des sciences. Nous commençons par les faits les plus simples pour arriver peu à peu aux faits plus compliqués. C'est pourquoi en physique et en chimie, la science est faite à certains égards; en médecine, au contraire, on est encore loin du but. Nous en sommes toujours à la période empirique; mais peu à peu la lumière se fait, des théories partielles se réunissent pour donner naissance à des vues plus générales, et quoique la science médicale soit loin d'être établie, elle tend à se dessiner plus nettement tous les jours. En réfléchissant à l'état actuel de cette science, j'ai pensé que le meilleur moyen d'en favoriser le progrès serait d'aborder directement l'étude méthodique de la pathologie expérimentale. Je me propose de vous expliquer tout à l'heure ce que j'entends par cette expression. Je me bornerai à vous dire, pour le moment, que la pathologie expérimentale est l'étude des maladies

dans leur mécanisme, c'est-à-dire dans ce qu'elles ont de plus complexe et de plus élevé. C'est qu'en effet nous étudions toujours les objets sous plusieurs faces successives.

Ampère a divisé en quatre périodes l'histoire d'une science parvenue à son entier développement. A chacune de ces périodes, à chacun de ces états successifs, il a donné un nom spécial. Au premier degré la science est *autoptique* ou purement descriptive, sans pénétrer au delà des apparences extérieures ; nous nous contentons de décrire exactement les objets que nous apercevons dans le monde qui nous entoure. Nous recherchons ensuite les causes latentes qui donnent naissance aux phénomènes que nous avons observés ; nos investigations ne s'arrêtent plus à la surface des choses : c'est alors la période *cryptoristique*. Il nous faut nécessairement connaître les transformations qui s'opèrent dans les êtres, en d'autres termes, les modifications qu'ils présentent : c'est la période *troponomique*. Nous parvenons enfin au degré le plus élevé de la science qu'il nous soit donné d'atteindre : c'est ce qu'il appelle la période *cryptologique* dans laquelle nous saisissons les lois qui régissent la succession des phénomènes naturels dans un ordre déterminé ; c'est alors que connaissant la règle générale des phénomènes, leur point de départ en quelque sorte, nous pouvons prédire les faits qui doivent se manifester et même indiquer les expériences ou les perturbations qui pourront en modifier le développement. Tel est, je le répète, le point le plus élevé, telle est la limite extrême que peut atteindre l'esprit humain ; il ne nous est pas donné d'aller plus loin.

Or, dans les sciences biologiques, les animaux et les divers objets que nous présente la nature durent d'abord être décrits et classés. On étudia les maladies, de la même manière ; mais on fit en outre des efforts pour les guérir, sans posséder toutefois aucune notion exacte de l'anatomie ni de la physiologie. A une époque ultérieure nous sommes arrivés à la seconde période de l'évolution scientifique, qui, dans les sciences zoologiques, se trouva représentée par l'anatomie normale, et dans les sciences médicales par l'anatomie pathologique. Mais en physiologie, l'anatomie pure et simple du cadavre est aussi insuffisante qu'elle l'est en médecine. C'est l'anatomie du corps *vivant* qu'il nous faut; nous avons donc eu recours aux vivisections. Mais il est évident que prises en elles-mêmes, les vivisections ne constituent pas tous les moyens que met en œuvre la méthode expérimentale ; il est nécessaire que le physiologiste connaisse les sciences physico-chimiques de manière à pouvoir non seulement observer, mais encore interpréter les phénomènes qu'il a provoqués. C'est ici que s'arrête le parallèle que nous voulions tracer entre la médecine et la physiologie. La médecine est restée en arrière : elle n'est guère qu'à la seconde période de son évolution et n'est pas encore entrée réellement dans la période de l'expérimentation où la physiologie est maintenant engagée.

Il devient donc indispensable d'instituer des vivisections pathologiques pour se rendre compte de ce qui se passe dans le corps malade, comme nous avons étudié les conditions des phénomènes de la physiologie. Mais si, pour l'étude de la physiologie il faut des sujets sains, pour

l'étude de la pathologie il faut des sujets malades. — Il faudra même les rendre malades par des moyens artificiels : il faut en un mot faire pénétrer, dans la pathologie expérimentale, la connaissance des agents extérieurs et de leurs effets sur l'économie. C'est là, sans aucun doute, un service immense à rendre à la thérapeutique.

Dans le cours de pathologie expérimentale, nous voulons réunir dans la même étude et sous la même loi l'état morbide avec l'état de santé : nous comparerons en un mot des sujets bien portants avec des sujets en état de maladie. Il est aisé de prévoir toutes les objections auxquelles ce procédé donnera naissance. Que deviennent les idiosyncrasies individuelles? que devient l'essence même de la maladie ou la diathèse, etc.? A ces questions, nous répondrons que c'est un progrès dans toutes les sciences de simplifier les problèmes en introduisant dans l'étude des faits les plus compliqués les connaissances qui découlent de faits plus simples et mieux connus. C'est ainsi que les mathématiques ont rendu les plus grands services à la physique, à la chimie, et que ces deux sciences réunies servent à la culture de la physiologie. Vous voyez maintenant pourquoi je veux introduire la physiologie dans l'étude de la médecine ; c'est pour en analyser les phénomènes complexes et les ramener à des conditions plus simples.

Revenons maintenant à la définition que je vous avais promise et dont je me suis momentanément écarté. Beaucoup de personnes, vous ai-je dit, pensent aujourd'hui que la médecine n'existe pas comme science réelle, mais

qu'elle est plutôt la réunion des diverses sciences médicales. Pour moi, j'admets franchement qu'il n'existe qu'une seule science en médecine, et que cette science est la physiologie, appliquée à l'état sain comme à l'état morbide (1). Toute science, en effet, peut s'exprimer par un problème dont il faut trouver la solution : en physiologie, ce problème est celui de *la vie* dans toutes ses manifestations. Le but pratique de la science de la vie sera évidemment de prévenir et de guérir les maladies, mais cet élément ne peut pas entrer dans la définition ; car on ne saurait jamais caractériser les sciences pures par le but pratique qu'elles se proposent.

Sur deux leçons, nous en consacrons une à la pathologie expérimentale, et l'autre à la physiologie opératoire (2). Dans cette partie du cours, nous aurons pour but de vous montrer des expériences pratiques. Je me propose de rapprocher ces deux sujets pour vous montrer la ligne à suivre dans l'étude des questions scientifiques. L'observateur doit être aussi capable de recueillir des faits nouveaux que de les critiquer et de les rassembler après les avoir découverts.

Dans notre cours de pathologie expérimentale, nous nous efforcerons d'abord, avons-nous dit, de produire

(1) En effet, les lois qui régissent les phénomènes de la vie sont toujours les mêmes à l'état normal et à l'état pathologique ; aujourd'hui les faits abondent pour le prouver. Il en résulte que l'on ne pourra jamais comprendre le mécanisme d'une maladie si l'on ne connaît préalablement le mécanisme des fonctions troublées qui s'y rapportent. Le traitement rationnel d'une maladie doit s'adresser à son mécanisme physiologique. Donc la physiologie est le pivot scientifique sur lequel tournent toutes les sciences médicales.

(2) Voyez *Leçons de physiologie opératoire*, Paris, 1879, in 8 avec 116 fig. Le présent volume ne renfermera que les leçons de pathologie exprimentale.

chez les animaux, certaines conditions pathologiques, et nous étudierons les lois qui les régissent. Nous avons à satisfaire en effet à cette double tendance de l'esprit scientifique qui, tout en recherchant avec avidité des lois générales et des théories, les repousse impitoyablement lorsqu'elles ne sont pas entièrement d'accord avec les faits. Nous aurons en même temps l'occasion de vous montrer que les idées physiologiques ne doivent jamais être séparées de l'observation clinique : c'est en effet par l'alliance féconde de la clinique et de la physiologie, que nous verrons se réaliser les progrès si vivement désirés par tous les amis de la médecine positive (1).

(1) La clinique doit nécessairement constituer la base de la médecine. L'objet des études du médecin est le malade et c'est la clinique qui lui en donne la connaissance. La physiologie n'intervient ensuite que comme une science explicative qui nous fait comprendre ce que nous avons observé ; car la science n'est en réalité que l'explication des phénomènes. Mais dans ces explications la médecine doit procéder graduellement et ne jamais s'écarter de l'observation clinique rigoureuse, sans cela elle fait fausse route. Malheureusement il est des médecins qui, trop pressés de tout comprendre, faussent ou dénaturent les faits cliniques pour les plier à leurs explications physiologiques hypothétiques ou prématurées. Ceux-là nuisent plus à la médecine scientifique qu'ils ne la servent réellement.

DEUXIÈME LEÇON

DE LA PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE

SOMMAIRE : Nécessité de connaître les autres sciences pour étudier la médecine. — Les symptômes pathologiques peuvent être produits par des moyens artificiels. — Ils peuvent s'expliquer d'après les principes de la physiologie. — Le système nerveux sert à la manifestation des phénomènes normaux de la vie, ainsi qu'aux réactions pathologiques. — Le développement du système nerveux s'accroît à mesure qu'on s'élève dans l'échelle animale. — Des phénomènes morbides peuvent se produire à volonté en agissant sur divers points du système nerveux, sans introduire dans l'économie aucun principe nouveau.—Effets observés sur un muscle ou sur un os par la suppression de l'influx nerveux. — Certains phénomènes morbides qu'il paraît impossible de reproduire, au premier abord, sont cependant placés sous la dépendance du système nerveux, et le physiologiste peut les développer expérimentalement. Certaines maladies ne sauraient-elles être imitées par des moyens artificiels ? Le physiologiste parviendra-t-il un jour à ce résultat ? ou sera-t-il toujours forcé d'admettre des principes morbides inexplicables par les données physiologiques ? — Chaque espèce animale a ses maladies particulières qui ne peuvent se transmettre aux espèces voisines. — Les perversions de la nutrition sont l'origine de tous les tissus pathologiques. — Influence du système nerveux sur la nutrition. — Une maladie n'est pas un symptôme isolé, mais une série de symptômes. — Exemples : Effets de l'ablation des reins et de la ligature de l'artère rénale. — Élimination supplémentaire de l'urée par la surface intestinale. — Effets de la cessation de cette élimination supplémentaire. — L'extirpation des deux reins produit toujours la mort. — L'ablation d'un seul rein n'est point nécessairement mortelle. — La section des nerfs du rein détermine toujours la mort en provoquant la gangrène de l'organe et en produisant un virus putride à l'intérieur de l'économie. — La médecine scientifique résulte d'une union intime de la physiologie et de la clinique.

MESSIEURS,

Dans ma première leçon, je vous ai indiqué le plan que je me proposais de suivre dans l'étude de la pathologie

expérimentale. J'ai cherché à vous montrer combien il était difficile d'aborder une étude aussi complexe que celle de la médecine, sans avoir préalablement acquis d'autres connaissances scientifiques d'un ordre beaucoup plus simple. Enfin je me suis efforcé de combattre une opinion malheureusement trop répandue, et d'après laquelle il faudrait établir une séparation radicale entre les phénomènes physiologiques, et ceux qui se produisent en dehors de l'état de santé.

Nous allons maintenant nous occuper des phénomènes ou des symptômes qui appartiennent en propre à l'état pathologique, ainsi que des causes qui leur donnent naissance, ce qui nous apprendra en même temps les moyens de les combattre. Pour cela, nous provoquerons artificiellement tous les phénomènes de la maladie, et nous chercherons ensuite à les faire disparaître.

Mais dans l'étude de ce sujet il ne faut jamais oublier que nous voulons surtout savoir si les manifestations morbides peuvent toujours s'expliquer d'après les principes de la physiologie; — ou s'il faut reconnaître, à la maladie, le pouvoir mystérieux de créer, chez un être vivant, des lois entièrement nouvelles et qui ne sauraient exister chez l'animal sain.

Prenons un adulte jouissant de toute la plénitude de ses facultés, demandons-nous quel est l'agent régulateur de ses actes physiologiques? Nous serons forcés de répondre qu'il réside dans le système nerveux, auquel nous devons, en effet, la sensibilité et le mouvement volontaire, cette double source de toutes nos relations avec le monde extérieur. Les nerfs président même à toutes les

fonctions organiques, et je vais bientôt vous prouver que s'ils sont les agents de tous les phénomènes normaux de la vie, ils sont aussi le point de départ d'une foule d'actions pathologiques.

A mesure que l'on s'élève dans l'échelle animale, on voit le système nerveux se développer de plus en plus, et l'on constate en même temps que les maladies deviennent plus fréquentes, qu'elles se manifestent sous des formes plus variées, et sont d'une nature infiniment plus compliquée. Il n'y a pas à s'étonner de cette coïncidence puisque tous nos organes dans leurs manifestations vitales, normales ou pathologiques, dépendent du système nerveux. Si nous prenons l'un après l'autre les divers appareils de l'économie, il nous sera facile de montrer que tous les symptômes des maladies dont ils sont appelés à devenir le siège, peuvent être sous l'influence directe des nerfs correspondants. Nous pouvons même donner naissance de cette manière à toutes les lésions anatomiques qui les caractérisent.

Quels sont, par exemple, les principaux signes des affections de l'appareil respiratoire ? La toux, la dyspnée, l'abondance de la sécrétion bronchique, tels sont les indices qui en révèlent le plus souvent l'existence. Or, tous ces phénomènes peuvent être déterminés à volonté par une action dirigée sur le pneumogastrique ou certains autres nerfs. Nous pouvons même produire aussi les lésions anatomiques de la pleurésie et de la péricardite. Les causes de ces altérations morbides paraissent donc être placées sous l'influence immédiate du système nerveux. Si maintenant nous dirigeons notre attention vers

les organes abdominaux, nous parviendrons aisément à nous convaincre que le physiologiste peut agir sur l'appareil de la digestion comme sur les organes respiratoires. En opérant sur le plexus solaire ou ses branches afférentes, nous pouvons provoquer la diarrhée ou la dyssenterie, ainsi que les altérations anatomiques qui en sont le cortége habituel : on peut même donner naissance à une péritonite aiguë avec toutes ses conséquences ; en effet, l'autopsie de l'animal fait constater la présence du pus et des fausses membranes dans la cavité péritonéale.

Vous voyez, par conséquent, que sans recourir à l'introduction de quelque nouveau principe dans l'économie, on développe une multitude d'affections diverses par une simple modification de l'influence nerveuse ; et, des résultats analogues nous seraient offerts par l'étude d'autres appareils que ceux précités : la fièvre elle-même, ce symptôme essentiellement *médical*, est aussi provoquée par une simple irritation mécanique du système nerveux. Nous avons dit plus haut que les produits de l'inflammation, le pus, les fausses membranes, les exsudats plastiques peuvent être créés chez un animal, et qu'il suffit de couper le grand sympathique pour déterminer directement une pleurésie purulente ; il faut cependant, pour que cette expérience réussisse, que la santé générale du sujet soit préalablement débilitée.

Il est donc certain que les troubles du système nerveux donnent lieu à un grand nombre de maladies, non seulement générales, mais encore locales. Privez un muscle ou un os de l'influx nerveux qui les anime et vous verrez

paraître, dans le premier cas, la dégénérescence graisseuse et le rachitisme dans le second. En effet, lorsqu'on vient à lier les nerfs qui pénètrent dans le trou nourricier de l'os, les cellules du tisssu lamineux ne tardent pas à s'agrandir; les vaisseaux se multiplient et tous les phénomènes du rachitisme se développent rapidement. Nous pouvons même produire ces effets sur une portion d'un os, sans agir sur le reste. Cette expérience a été pratiquée avec succès sur un côté de la mâchoire inférieure par M. Schiff, de Berne.

Mais il existe à l'état morbide, un nombre infini d'autres phénomènes, qu'il semble impossible, au premier abord, de provoquer par une simple lésion du système nerveux. Je veux surtout parler de ces altérations des liquides de l'économie qui se produisent dans le cours de certaines affections. Cependant l'on peut démontrer qu'un grand nombre, sinon la totalité de ces modifications pathologiques, sont placées sous la dépendance de l'influx nerveux, et peuvent être reproduites à volonté par le physiologiste. Parmi les divers liquides de l'économie, l'urine est un de ceux dont les transformations pathologiques ont été le plus complètement et le plus soigneusement étudiées. Or, vous savez parfaitement, messieurs, que l'albuminurie, la polyurie et le diabète, sont provoqués par l'irritation de certains points définis de la moelle allongée, et que la nature même de la perversion que subit l'excrétion urinaire est déterminée par le siège de la lésion. C'est surtout dans le diabète que l'importance de ce fait expérimental est nettement mise en relief. On supposait autrefois que chez les diabétiques

des conditions entièrement nouvelles se développaient dans l'économie sous l'influence de l'état morbide, et qu'il en résultait un produit pathologique spécial, le sucre. Mais il faut admettre aujourd'hui que ces phénomènes s'expliquent par l'augmentation pure et simple d'une fonction normale, en vertu de laquelle du glycose est formé chez tous les sujets, même à l'état de santé. Il est donc évident que la maladie, en ce cas, n'est qu'un phénomène physiologique troublé ou exagéré.

Il existe cependant un certain nombre de produits pathologiques et de manifestations morbides qu'il nous a été jusqu'à présent impossible d'imiter artificiellement. Parviendrons-nous à une époque ultérieure à réunir ces faits à ceux qui rentrent déjà dans le domaine de la physiologie expérimentale ?

Tel est le problème scientifique que nous devons poser aujourd'hui. Il s'agit de savoir si nous pourrons avec le temps faire entrer la pathologie tout entière dans le cercle de nos connaissances physiologiques, ou s'il restera toujours en dehors de ce que nous pouvons imiter ou expliquer par la physiologie quelque chose d'insaisissable qu'il faudra reconnaître comme l'essence des phénomènes morbifiques.

Prenons pour exemple les fièvres éruptives, la variole, la scarlatine, la rougeole. Voilà des affections qu'il nous est impossible de reproduire sans avoir recours à un virus spécial. Parviendrons-nous un jour à créer de toutes pièces ces maladies sans l'intervention de ce poison particulier dont elles paraissent dépendre ? Mais ne faut-il pas, avant tout, résoudre une question préalable? Ces affec-

tions peuvent-elles exister chez les animaux, même les plus rapprochés de l'espèce humaine? Ne sont-elles pas au fond la propriété exclusive de notre organisation spéciale?

Il paraîtra difficile en général de produire, par l'intermédiaire du système nerveux, des affections éruptives chez les animaux : les propriétés vitales de leur enveloppe cutanée diffèrent essentiellement de ce qui existe chez l'homme. Nous pouvons, toutefois, produire des ecchymoses, des congestions et des tuméfactions glandulaires, mais il faut en outre se souvenir que chaque espèce animale a ses maladies particulières, qui ne sauraient être transmises à une espèce voisine. On sait que l'homme à lui seul présente un plus grand nombre de maladies spéciales que tous les autres animaux pris ensemble.

Toutefois le tubercule, le cancer et bien d'autres productions morbides se rencontrent aussi bien chez les animaux que chez l'homme. Toutes ces affections qui donnent lieu à des néoformations morbides sont évidemment une perversion de la fonction nutritive. Or, personne n'oserait contester l'influence que le système nerveux exerce sur cet acte physiologique.

Avançons donc résolûment dans la voie qui s'ouvre devant nous sans nous laisser intimider ni décourager par les difficultés de la science que nous cultivons. Toutefois il ne faut point oublier qu'une maladie n'est jamais caractérisée par un seul symptôme; elle consiste au contraire dans une série de symptômes qui sont unis entre eux par un rapport de cause à effet. Toute maladie est une évolution morbide qui présente un commencement, un milieu

et une fin, de telle sorte que dès le début d'une maladie, un observateur habile peut en prédire la marche et souvent même la terminaison Ces séries de phénomènes morbides, nous parvenons à les reproduire chez les animaux, et les fonctions de la vie sont modifiées chez eux de mille manières différentes par une multitude d'agents divers. Les poisons déterminent de véritables maladies qui présentent une série non interrompue de phénomènes consécutifs à l'introduction de l'agent toxique dans l'économie; nous trouvons donc ici toute une classe de maladies par empoisonnement qu'il est facile de reproduire à volonté.

Mais laissant de côté ce sujet dont l'étendue est si vaste et sur lequel nous reviendrons plus tard, demandons-nous si par de simples opérations chirurgicales, par de simples lésions mécaniques, nous pouvons développer, chez les animaux mis en expérience, certaines maladies ou séries de symptômes morbides? Si chez un chien par exemple nous enlevons simultanément les deux reins, ou si nous lions simplement les artères rénales, nous produisons à l'instant un trouble général dans l'ensemble de l'économie. L'animal a perdu la faculté de se débarrasser du produit excrémentitiel qui doit s'éliminer par cette voie, et l'économie tout entière se trouve graduellement empoisonnée. Dans les premiers jours l'animal n'est pas sérieusement affecté, il continue à manger et à digérer sa nourriture pendant un laps de temps qui correspond à la période d'incubation dans les maladies. Bientôt il est pris de vomissements et de diarrhée, et la mort ne tarde pas à survenir.

Que s'est-il donc passé chez le sujet de cette expé-

rience? Essayons d'en donner l'explication. Pendant la première période, l'urée qui ne peut plus s'éliminer par les reins est expulsée par l'intestin. On la trouve unie à des sels ammoniacaux dans les excréments de l'animal et même dans le suc gastrique. Si ce nouveau mode d'élimination pouvait indéfiniment se prolonger, l'animal ne tomberait jamais malade et ne mourrait pas. Mais bientôt la muqueuse intestinale irritée par le contact permanent des sels amoniacaux subit des altérations morbides; d'un autre côté, l'urée, aussi longtemps qu'elle est éliminée par les intestins, ne s'accumule pas dans le sang; le fait a été expérimentalement aperçu par MM. Prévost et Dumas, qui cependant n'ont pas réussi à l'expliquer. Or, à une période plus avancée, quand la muqueuse intestinale se refuse à continuer cette fonction qui lui est réellement étrangère, l'urée reste dans le sang et l'animal meurt dans le côma ou les convulsions.

Quand l'arrêt de la sécrétion urinaire dépend de la ligature des artères rénales, cet état de choses peut quelquefois être modifié par la suppression des ligatures. Il en serait de même chez l'homme s'il existait un obstacle au passage de l'urine, et qu'il fût possible de le supprimer. Mais, dans tous les cas où les deux reins avaient été enlevés, la mort est invariablement survenue; la dislocation des fonctions de l'organisme a été la terminaison constante de la série morbide.

La maladie que nous parvenons à déterminer artificiellement par l'ablation des deux reins est la conséquence de la suppression d'une fonction importante; mais il est d'autres affections dont les causes sont extérieures à

l'économie ; les maladies contagieuses appartiennent à cette classe. L'influence de la contagion a été expérimentalement démontrée par exemple pour la péripneumonie des bêtes à cornes : en laissant communiquer deux étables dont l'une contenait des animaux sains et l'autre des bestiaux malades ; dans la seconde étable, qui dans le principe ne contenait que des sujets bien portants, on a vu se développer successivement plusieurs cas de cette péripneumonie.

Nous pouvons encore produire des modifications intérieures à l'organisme qui deviennent la source de véritables maladies. Nous en possédons aussi la preuve expérimentale. En effet, nous savons que lorsqu'on enlève simultanément les deux reins chez un animal, il doit nécessairement mourir, et que si l'on se contente d'en enlever un seul, il continue à vivre. L'organe conservé s'hypertrophie et remplit à la fois ses propres fonctions et celles de son congénère. En ouvrant l'animal quelque temps après cette expérience, il est facile de s'en assurer. Mais au lieu d'enlever le rein, si l'on se borne à en couper les nerfs, on voit bientôt mourir l'animal. Pendant les premiers jours qui succèdent à l'opération, il se manifeste de l'albuminurie ; bientôt après le rein s'altère et il se décompose complètement. Les produits de cette altération agissent, en définitive, à la manière des poisons septiques sur l'économie. Tel est, selon nous, l'explication naturelle de ce fait si singulier en apparence (1).

(1) Depuis que ces leçons ont été publiées, il a été démontré que ni l'urée, ni le carbonate d'ammoniaque, ni les divers produits de l'urine ne suffisent à rendre compte de tous les phénomènes de l'urémie. Ces accidents pourraient-

Je crois vous avoir maintenant démontré, messieurs, la proposition que j'avais formulée au début ; non seulement nous parvenons à produire chez les animaux des symptômes morbides par des moyens artificiels, mais encore nous développons chez eux des séries de symptômes, c'est-à-dire de vraies maladies avec tout l'ensemble de leurs conséquences.

Envisagée à ce point de vue, la pathologie réunit les ressources de la physiologie à celles de l'observation clinique qui nous indique la marche évolutive des maladies.

ils s'expliquer par l'empoisonnement septique que produit l'altération du rein lui-même? La deuxième expérience indiquée dans cette leçon semblerait appuyer cette manière de voir. Au reste, il est évident que malgré l'importance et l'intérêt des recherches qui ont été consacrées à ce sujet, la solution définitive du problème n'a pas encore été trouvée.

TROISIÈME LEÇON

DES IDIOSYNCRASIES.

SOMMAIRE : Influence des diverses causes de maladies sur les individus. — Leur action diffère considérablement suivant les cas particuliers. — Les prédispositions physiologiques sont aussi fréquentes que les prédispositions morbides. — Différence entre les diverses classes d'animaux sous ce rapport. — Différence entre des animaux appartenant à la même espèce. — La résistance vitale est plus développée chez les races inférieures, et la sensibilité nerveuse chez les races plus élevées. — Ces différences sont encore plus prononcées chez l'homme. — Hypnotisme. — Magnétisme et somnambulisme. — Différences entre les animaux en état d'abstinence, et ceux qui sont en pleine digestion. — Effets du froid, de l'ivresse ou de l'anesthésie. L'action des médicaments n'est pas la même dans l'état de santé et dans l'état de maladie. — Ces différences tiennent surtout à l'état du système nerveux et aux modifications de l'absorption. — Expériences sur les glandes salivaires. — Le curare dans le traitement du tétanos. — Diverses prédispositions morbides observées chez les animaux. — Des tendances analogues peuvent être artificiellement créées par la section de certaines branches du grand sympathique. — Les idiosyncrasies doivent être regardées comme de simples prédispositions physiologiques.

MESSIEURS,

Dans les leçons précédentes, j'ai eu pour but de mettre en lumière les rapports intimes qui unissent la physiologie à la pathologie et de prouver, autant qu'il m'a été possible de le faire, que les phénomènes qui se produisent dans le corps vivant, soit à l'état de santé, soit à l'état de maladie, doivent recevoir dans tous les cas une interprétation rationnelle. On peut, vous ai-je dit, les rattacher

directement à l'action de lois biologiques qui gouvernent les fonctions vitales, non seulement à l'état normal, mais encore dans toutes les perturbations que ces fonctions peuvent subir.

Toutefois l'expérience journalière nous apprend que les causes morbides, quels que soient d'ailleurs leurs effets généraux, sont loin d'agir avec une égale intensité sur les divers individus qui sont exposés à leur influence. Le froid, la faim, la soif, la fatigue, les souffrances morales: telles sont les causes les plus ordinaires de la maladie. Or ne sont-elles pas, dans une certaine mesure, le partage de l'humanité tout entière? Comment donc se fait-il que parmi ceux qui subissent leur action journalière, les uns s'affaissent si promptement, tandis que les autres résistent avec énergie? Et lorsqu'une épidémie sévit sur un point donné, comment se fait-il que la maladie régnante ne frappe que sur certains sujets, tout en épargnant d'autres individus qui sont placés en communication constante avec les malades? Au pouvoir, en apparence mystérieux, qui modifie ainsi dans chaque cas particulier l'influence des agents extérieurs, nous donnons le nom *d'idiosyncrasie*.

Nous pouvons, je crois, admettre en principe que des prédispositions non seulement morbides, mais encore physiologiques existent chez l'homme aussi bien que chez les animaux. A l'état normal, chaque individu, en vertu de son organisation propre, se trouve plus spécialement exposé que tout autre à certains accidents particuliers. Les divers animaux qui servent à nos expériences sont loin de présenter les mêmes phénomènes

sous l'influence des mêmes agents. Vous savez déjà qu'à mesure qu'on s'élève ou qu'on descend dans l'échelle animale on rencontre des animaux plus ou moins sensibles à l'action de certains poisons, de ceux, par exemple, qui agissent plus particulièrement sur le système nerveux. On voit, par là, que même dans les limites de la santé, les êtres vivants peuvent offrir des différences considérables. Et comme nous l'avons déjà démontré, ces propriétés différentes ne dépendent pas seulement de l'organisation générale de l'animal, mais souvent aussi des conditions dans lesquelles il a été placé. De cette manière, comme vous avez pu le constater, un lapin peut être abaissé jusqu'au niveau physiologique d'un batracien (1); et en renversant l'expérience, on parvient au résultat inverse. Or, ces modifications importantes sont presque toujours en rapport avec l'état du système nerveux.

Ce n'est pas seulement chez les animaux appartenant à des espèces différentes que nous constatons de grandes inégalités sous ce rapport. Il arrive souvent que des individus appartenant à la *même espèce* se ressemblent si peu qu'il est impossible de les soumettre aux mêmes expériences. La sensibilité nerveuse d'un chien de chasse est tellement développée que la moindre opération lui donne une fièvre qui peut être suivie de phénomènes mortels. Il n'est donc pas convenable de se servir de ces animaux pour des recherches ayant trait au suc gastrique, à la sécrétion pancréatique ou à d'autres phénomènes de ce genre : toute opération pratiquée à l'intérieur de la cavité

(1) Voy. *Leçons de physiologie opératoire*, Paris, 1879.

abdominale pouvant déterminer une péritonite chez ces animaux éminemment irritables. Quelle différence, lorsqu'il s'agit d'autres chiens qu'on peut considérer comme de race inférieure ! Les résultats de ces expériences sont entièrement différents. Dans le cours de l'opération, c'est à peine si l'animal fait un mouvement ; c'est à peine s'il paraît souffrir : l'appétit n'est point altéré, les sécrétions restent normales. En somme les diverses fonctions de l'économie suivent leur cours naturel malgré l'opération.

Chez le cheval, ces différences sont encore plus prononcées s'il est possible. Les caractères de certaines races sont attribués au *sang*, dans le langage vulgaire ; il serait plus exact de les attribuer aux *nerfs* : en effet, c'est un système nerveux très irritable, très sensible, et doué d'une organisation plus délicate qui distingue une bête de sang d'un de ces petits chevaux à demi sauvages qui habitent les pays montagneux. Les résultats de la même expérience ne seraient-ils pas diamétralement opposés chez ces divers animaux, et quelle comparaison pourrions-nous établir entre eux? Aussi toutes les fois qu'une expérience exige une grande force de résistance chez le sujet, il faut le choisir parmi les races inférieures. Si l'irritabilité nerveuse et une sensibilité exquise sont, au contraire, les qualités nécessaires, c'est aux races supérieures qu'il faudra s'adresser. Les expériences sur la sensibilité récurrente, qui réussissent presque toujours chez le chien de chasse, échouent presque constamment quand on les pratique sur un chien de berger. Les animaux à sang froid se trouvent, à cet égard, au dernier degré de l'échelle. On comprend donc aisément qu'un

état qui, chez certains individus, constitue une véritable maladie, puisse se concilier chez d'autres avec les conditions naturelles de la vie.

Il est permis de croire que chez l'homme la différence qui sépare les individus doit être bien plus grande encore que chez les diverses espèces animales ; et s'il nous est permis de faire une allusion à des questions qui occupent en ce moment l'attention publique, n'est-il pas vrai que l'hypnotisme est un état particulier, qui ne peut se développer que chez un petit nombre de sujets impressionnables et nerveux? Les phénomènes du somnambulisme ne rentreraient-ils pas dans la même règle? Il est donc évident que les idiosyncrasies ne sont que des susceptibilités particulières qui existent à l'état normal chez divers individus.

Mais jusqu'ici nous ne nous sommes occupé que des prédispositions physiologiques et pour ainsi dire innées; toutefois, comme médecin, ce sont les idiosyncrasies accidentelles, transitoires et morbides qui nous intéressent le plus. Constater les conditions qui peuvent leur donner naissance, voilà pour le physiologiste une étude de la plus haute importance.

Si nous comparons un animal dans l'état d'abstinence à un autre en pleine digestion, les dissemblances les plus manifestes se rencontreront dans les résultats de toutes les expériences auxquelles ils pourront être soumis. Une dose de strychnine qui tue immédiatement le second n'agira qu'après un certain laps de temps sur le premier. Pour expliquer une différence aussi frappante, on a naturellement fait intervenir le pouvoir absorbant;

mais ne savons-nous pas qu'à l'état de jeûne l'absorption est infiniment plus active que pendant le cours de la digestion?

Cette explication est donc insoutenable. L'affaiblissement des propriétés physiologiques du système nerveux est en réalité la seule cause que nous puissions invoquer ici. Privé de nourriture, l'animal descend graduellement dans l'échelle, et finit par acquérir des propriétés plus ou moins éloignées de celles de son état primitif. Est-ce là une véritable maladie? Non, sans doute; c'est le résultat naturel d'un état physiologique bien connu.

Nous sommes donc autorisé à nier d'une manière absolue l'existence d'une soi-disant *physiologie morbide*, si l'on entend par ces mots un état de choses complètement indépendant des lois ordinaires de la vie. Ces expressions prises dans un tel sens devraient disparaître à jamais de la langue scientifique; elles ne servent qu'à troubler les idées et à dérouter les observateurs. Quand nous parlons de la chimie médicale, par exemple, nous n'avons pas la prétention de dire que les actions chimiques qui interviennent dans les phénomènes vitaux sont soumises à d'autres lois que celles qui se produisent au dehors de l'être vivant. La physiologie morbide a sans doute des procédés qui peuvent lui être spéciaux, mais ses lois sont absolument identiques à celles qui gouvernent, à l'état de santé, les fonctions de la vie.

Ce n'est pas seulement l'inanition qui modifie ainsi les conditions de la vie; le froid, et bien d'autres causes encore, agissent dans le même sens, et font varier les résultats de nos vivisections. A une température basse,

les animaux à sang froid deviennent de moins en moins sensibles à l'action de certains poisons, une plus forte dose de strychnine est nécessaire pour tuer une grenouille en hiver qu'en été. Mais le chloroforme, l'éther, et même l'ivresse ordinaire par l'alcool produisent des effets semblables, et l'on croit généralement, en Amérique, que l'ivresse est un préservatif contre la morsure du serpent à sonnettes.

Ce sont là des modifications physiologiques de l'économie qui nous conduisent à étudier celles qui appartiennent plus spécialement à l'état pathologique. On sait depuis longtemps que les médicaments n'agissent point sur les malades de la même manière que sur les individus en pleine santé. Or, les conditions biologiques qui déterminent la maladie sont évidemment la source de ces irrégularités. Pour en fournir un exemple bien connu, nous rappellerons que le vin, l'eau-de-vie et les préparations alcooliques, dont plusieurs médecins américains font un si grand usage dans le traitement des fièvres, lors même qu'on les administre à des doses qui, chez un homme bien portant, produiraient inévitablement l'ivresse, ne paraissent produire qu'un tout autre effet sur le malade. Le fait peut s'expliquer de deux manières ; en premier lieu, les fonctions absorbantes seraient, pendant la maladie, modifiées ou même suspendues ; en second lieu, le système nerveux se trouverait fortement déprimé. Nous savons, par exemple, que dans certains cas de fièvre typhoïde, l'absorption reste engourdie pendant assez longtemps. On le démontre en administrant au malade de petites quantités de prussiate de potasse dont on ne

retrouve aucune trace dans l'urine ni dans les autres sécrétions. On peut déterminer artificiellement un état analogue ; car lorsque les sécrétions sont surexcitées, les surfaces perdent une partie de leurs propriétés. La surface interne des glandes salivaires qui absorbe si rapidement la strychnine ou le curare à l'état de repos, devient momentanément réfractaire à l'action de ces poisons pendant le travail sécréteur. En injectant cinq centimètres cubes d'une solution aqueuse de strychnine (au centième) dans le canal de Wharton, chez un chien, nous avons vu l'animal succomber presque immédiatement. Mais en répétant la même expérience chez un animal dont la sécrétion salivaire se trouvait excitée par le galvanisme, la mort n'est arrivée qu'après un espace de douze minutes.

Le choléra nous fournit un exemple pathologique du même fait ; aussi longtemps que cette excrétion séreuse si abondante se prolonge, les parois intestinales ne sauraient absorber aucun médicament. Mais ces modifications, dira-t-on, sont déterminées par la maladie ; sans doute, mais un processus physiologique particulier se développe sous son influence, et les faits observés en sont la conséquence naturelle.

La suppression du pouvoir absorbant a été également observée dans des conditions entièrement différentes de celles que nous venons d'étudier : on l'a signalée par exemple dans la manie aiguë ; l'influence du système nerveux paraît en être ici la seule cause, car aussitôt que la crise est terminée, l'absorption recommence comme à l'état de santé.

Le curare a été récemment employé dans le traitement

du tétanos : sur quatre cas, il y eut deux guérisons; les deux autres sujets sont morts. Mais chez les deux premiers, les effets ordinaires ou, pour mieux dire, les effets physiologiques du poison s'étaient manifestés; rien de semblable n'avait eu lieu chez les deux individus qui ont succombé. Ils présentaient, peut-être, une condition spéciale du système nerveux qui s'opposait à la manifestation de l'action de cette substance. Il est permis de penser que s'ils avaient été mis en traitement à une période moins avancée de la maladie, ils auraient pu se rétablir. A cet égard, nous pourrions rappeler les effets bien connus du sulfate de quinine qui, administré à dose élevée, n'abaisse le pouls et n'agit sur d'autres phénomènes morbides qu'en modifiant le système nerveux et en produisant une surdité plus ou moins prononcée, etc. Cet effet physiologique se rattache d'une manière intime à son action thérapeutique, car si l'on diminue trop rapidement la dose, la surdité disparaît et les phénomènes morbides primitifs reprennent leur intensité.

Mais si nous trouvons, chez les animaux comme chez l'homme, diverses prédispositions qui peuvent modifier l'action des médicaments, nous en voyons encore qui les exposent à des maladies entièrement différentes, sous l'empire de causes absolument semblables. Telle est la section des filets du nerf sympathique. Je me proposais tout dernièrement de pratiquer certaines expériences sur des animaux soumis pendant longtemps à l'inanition. J'avais donc laissé des chiens, ayant préalablement servi à des opérations sur le nerf sympathique, sans nourriture pendant plusieurs jours; mais au

moment des derniers froids, ces animaux succombèrent d'une manière inattendue; à l'autopsie on trouva chez le premier une pneumonie, chez le second une pleurésie, et une entérite chez les deux derniers. On s'assura que, placés dans des conditions extérieures identiques, ces animaux avaient été frappés de maladies entièrement différentes et correspondant aux régions dans lesquelles le sympathique avait été lésé. Lorsqu'on soumet les lapins à l'inanition absolue, la vie se prolonge habituellement de quinze à vingt jours : mais lorsqu'on a coupé d'avance certains filets du grand sympathique, ces animaux, privés de nourriture, succombent en peu de jours à des inflammations aiguës des viscères placés sous l'influence des rameaux nerveux qui ont été divisés. Lorsque je commençai cette série d'expériences, il y a quelque temps, je m'aperçus que la section de rameaux même volumineux du grand sympathique ne semblait déterminer aucun état pathologique spécial chez ces animaux, aussi longtemps que leur santé générale demeurait intacte. J'ai vu des femelles devenir pleines et mettre bas leurs petits, malgré l'opération qu'elles avaient subie ; mais aussitôt que l'économie se trouvait profondément débilitée par le défaut de nourriture, les viscères privés de leurs nerfs devenaient le siège d'inflammations aiguës. J'avais donc réussi à créer artificiellement des idiosyncrasies particulières chez ces animaux, et je pouvais prédire avec une certitude absolue que la santé une fois ébranlée, un état morbide se développerait sur un point déterminé.

Les prédispositions pathologiques doivent donc être

considérées comme des conditions physiologiques spéciales qui, dans la majorité des cas, dépendent du système nerveux, et la médecine aurait accompli un progrès immense s'il était possible de prévoir, dans l'état de santé, les diverses prédispositions morbides et de prédire ainsi l'approche du danger. Un médecin de l'armée russe, qui avait inventé un nouveau sphygmographe, et qui l'avait appliqué à l'étude de diverses maladies, prétendait avoir constaté pendant une épidémie de choléra, une faiblesse particulière du pouls qui se manifestait plusieurs jours avant l'explosion de la maladie, chez ceux qui devaient en être atteints. Je ne sais si l'exactitude de ces observations a été confirmée par d'autres observateurs, mais ce serait à coup sûr un avantage inappréciable de savoir d'avance, dans le cours d'une épidémie, quels sont les individus les plus exposés à en subir l'influence. Il nous serait alors bien plus facile de prescrire des moyens préventifs et d'instituer des règlements hygiéniques.

En terminant cette leçon, messieurs, je me crois en droit d'avancer que les idiosyncrasies ne sont point de mystérieuses puissances résidant au sein de nos organes, ni des fonctions entièrement nouvelles, surajoutées en quelque sorte à celles qui existaient déjà. Il ne faut y voir que de simples manifestations des lois ordinaires de la physiologie.

QUATRIÈME LEÇON

DE LA CATALYSE, ET DES AGENTS CHIMIQUES QUI PRODUISENT LA MALADIE DANS LE CORPS VIVANT.

SOMMAIRE : Différences de l'action des poisons sur divers animaux. — Elles se rapportent à l'état du système nerveux. — Les animaux les moins sensibles aux poisons névrosthéniques sont plus exposés aux maladies virulentes et contagieuses. — Cette différence s'explique par les altérations du sang. — Gangrène des parties dont les vaisseaux sont oblitérés. — Les principes virulents ne peuvent se développer qu'au sein d'une organisation vivante. — Difficulté d'expliquer leur mode de formation. — Tantôt le virus est répandu dans toute l'économie ; tantôt il est localisé sur quelques points particuliers. — Hydrophobie. — Morve. — Pneumonie contagieuse. — Certaines dispositions physiologiques offrent de l'analogie avec ces états morbides. — Le chien enragé ressemble à la vipère. — Moyens d'imiter artificiellement ce processus morbide. — Injections de ferment dans les veines. — De sang putréfié. — De sang puisé dans les veines d'animaux mourant de faim. — Phénomènes putrides qui en résultent. — Expériences de Pringle sur la contagion putride. — Les progrès de la médecine, à cet égard, sont intimement liés à ceux de la chimie organique.

MESSIEURS,

Dans la leçon précédente, nous avons cherché à vous montrer qu'il faut rapporter les idiosyncrasies à certaines prédispositions organiques qui se rattachent aux lois physiologiques qui gouvernent l'économie, et qu'elles ne sont que le résultat naturel des propriétés du système nerveux.

Nous vous avons déjà dit que les animaux débilités

par la privation de nourriture subissent moins facilement les effets de certains poisons que ceux qui jouissent d'une santé vigoureuse. Toutefois on a nié l'influence du système nerveux pour produire ces modifications, et l'on s'est demandé si la diminution du pouvoir absorbant ne suffirait pas pour les expliquer. Pour trancher directement la question, j'ai injecté une solution aqueuse de curare dans les veines de deux lapins dont l'un était depuis longtemps à jeun, tandis que l'autre était régulièrement nourri. De cette manière, la difficulté relative à la rapidité plus ou moins grande de l'absorption se trouvait complètement éliminée, car le poison était directement versé dans le torrent circulatoire. Le résultat a confirmé nos prévisions : pour empoisonner l'animal à jeun, il fallut une dose plus forte d'un tiers que pour tuer le sujet bien nourri. Il est évident que, pour l'animal en pleine digestion, cette plus grande susceptibilité doit se rapporter à l'activité du système nerveux.

Mais tandis que l'animal en état d'inanition se trouve préservé jusqu'à un certain point de l'action délétère de certains poisons par l'affaiblissement toujours croissant de son système nerveux, il se trouve exposé à des influences morbides d'une tout autre espèce. Je pense que dans nos classifications nosologiques cette vulnérabilité particulière de l'économie dans certaines conditions spéciales devrait jouer un rôle important, et qu'il faudrait en tenir compte, au point de vue de l'étiologie.

Pour en citer un exemple frappant, nous vous rappellerons que lorsque des grenouilles ont été longtenps retenues en captivité, leur santé s'affaiblit, et que des ulcérations

se développent autour du nez, de la bouche et des pattes. En pareil cas, la dépression du système nerveux permet à l'animal de résister bien mieux à l'action de la strychnine et de plusieurs autres poisons analogues, tandis qu'on le voit succomber aux affections parasitaires avec une grande facilité. On sait que la grenouille est souvent victime d'une maladie de ce genre ; des champignons d'une espèce particulière se développent sur certains points et finissent à la longue par déterminer la mort. Or, si dans un bocal contenant des grenouilles déjà envahies par le parasite, vous introduisez un animal parfaitement sain, le nouveau venu ne subira point les effets de la contagion; mais si vous exposez à son influence une grenouille déjà malade, et portant des ulcérations autour des orifices naturels, les végétaux parasites s'en empareront immédiatement.

On a constaté que les affections de ce genre ont toujours une certaine tendance à se développer chez les animaux dont la santé est détériorée. La gale, qui se rencontre souvent chez le mouton et le cheval, n'attaque presque jamais les sujets placés dans de bonnes conditions, et dans l'espèce humaine, les affections parasitaires se développent surtout parmi les classes inférieures, et plus spécialement chez les enfants et les vieillards. Les personnes qui vivent dans de meilleures conditions hygiéniques éprouvent rarement de pareils accidents, si ce n'est vers la fin d'une longue et pénible maladie, car c'est surtout en pareil cas qu'on voit se produire le *morbus pedicularis*.

La diminution de la force nerveuse constitue en même

temps une prédisposition aux affections putrides, contagieuses et virulentes. Le fait est bien connu des vétérinaires.

Il semblerait donc qu'il existe une certaine opposition entre les deux grandes classes de maladies dont nous venons de parler. A mesure que l'animal devient plus sensible aux effets des poisons névrosthéniques, il acquiert plus de force pour résister à l'influence de l'empoisonnement putride. Comment expliquer cette différence? Nous allons essayer de vous présenter les conditions du problème.

La modification incessante de la composition chimique du sang est l'une des conditions les plus essentielles de la vie. En effet, chargé de réparer les pertes journalières de l'économie, et de renouveler les éléments de tous les tissus qui font partie du corps, le sang peut se comparer à un torrent qui se répand continuellement au dehors et reçoit à chaque instant de nouveaux affluents pour combler ses dépenses; or, les transformations qu'il subit seront d'autant plus rapides que les puissances vitales auront plus d'énergie. Il en est surtout ainsi chez les oiseaux qui, parmi les êtres animés, sont de ceux dont la vie offre le plus d'intensité. Chez eux, le mouvement incessant de la circulation est donc encore plus indispensable que chez tous les autres animaux : chez eux, le sang ne peut s'arrêter un instant sans acquérir presque aussitôt des propriétés septiques. Si chez un mammifère ou chez un oiseau vous liez les vaisseaux nourriciers d'un muscle, dans vingt-quatre heures il se sera transformé en une masse putride : pour déterminer une semblable altération chez

un batracien, il faudrait un espace de temps beaucoup plus considérable.

Le système nerveux, vous le savez déjà, préside à toutes les fonctions de locomotion et intervient dans toutes celles du mouvement des liquides.

Aussitôt que la circulation languit, la composition chimique du sang se trouve exposée à de profonds changements. Si donc, un animal étant donné, nous voulons le prémunir contre l'action du curare ou d'autres poisons de la même espèce, il faut le débiliter; si nous voulons, au contraire, le préserver des affections contagieuses, il faut relever ses forces et exalter ses propriétés vitales par tous les moyens possibles.

Mais ces produits septiques, ces poisons spécifiques, sont des substances organiques qui se développent au sein d'une organisation vivante. Nous avons incontestablement ici une action organique d'un genre tout particulier. Il ne faut donc pas s'étonner de voir les pathologistes s'efforcer de soustraire toute cette classe de maladies au domaine de la physiologie, pour en faire la propriété exclusive de la médecine. On aurait tort, cependant, de s'arrêter à ces faits, de renoncer à l'espoir de rattacher un jour ces manifestations morbides aux lois de la physiologie. S'il nous est, pour le moment, impossible de le faire, nous y parviendrons sans doute dans un avenir plus ou moins éloigné.



Pourquoi certaines conditions physiologiques capables de donner naissance à des poisons virulents ne pourraient-elles pas se développer chez les animaux? Nous savons que dans un état de santé parfaite il existe des

créatures venimeuses, c'est-à-dire qui possèdent un virus particulier que leur a fourni la nature pour s'emparer de leur proie ou se défendre contre leurs ennemis. Voici donc un virus physiologique ; comment se produit-il au sein de l'économie ? La difficulté n'est pas moins grande que celle qui tout à l'heure nous avait arrêtés.

La substance nuisible dans plusieurs maladies paraît se trouver généralement répandue dans toute l'économie ; dans d'autres cas, elle n'existe que dans certaines sécrétions ; à cette dernière classe appartient le virus sapide qui se trouve dans la salive de l'animal. Nous ne savons pas si cette affection a plus spécialement l'une des glandes salivaires pour siège ou si le virus est sécrété par toutes ces glandes à la fois. Aucune expérience n'a été tentée à cet égard (1) ; mais il a été démontré que le principe de l'hydrophobie n'existe pas tout formé dans le sang. La transfusion ne transporte point la rage d'un chien malade à un animal sain.

N'est-il pas singulier que dans une affection aussi générale, le virus qui seul est capable de transmettre la maladie se trouve localisé dans un seul des appareils de l'économie, au lieu d'infecter la masse totale du sang ? Mais si nous y réfléchissons, nous rencontrerons à l'état physiologique une multitude de dispositions analogues. Les principes qui concourent à un grand nombre de fonctions, la pepsine, la ptyaline, le principe actif du suc pancréatique ne sont-ils pas sécrétés par des glandes

(1) On a également émis l'opinion que c'était dans les mucosités bronchiques que résidait le virus.

spéciales? et le venin des serpents, qui n'existe point dans le sang, n'est-il pas sécrété par un appareil particulier? A ce point de vue un chien enragé ressemblerait à un crotale ou à une vipère.

Cependant, d'un autre côté, il existe un grand nombre d'affections virulentes dans lesquelles le sang paraît réellement contenir le principe morbide; il en est ainsi pour la morve, et l'on sait que des animaux bien portants peuvent être infectés par le sang d'un cheval malade aussi bien que par le mucus qui s'écoule de la bouche et des naseaux.

Toutefois une particularité qui vous surprendra peut-être, c'est que les sécrétions normales — la bile, la salive, le suc gastrique — ne paraissent contenir aucune trace du virus morveux, tandis que les liquides pathologiques, au contraire, en sont imprégnés et jouissent de la propriété de transmettre la maladie. Le fait a été expérimentalement démontré pour le pus, pour la sérosité d'une hydrocèle, et plusieurs autres sécrétions morbides. Voilà pourquoi les autopsies pratiquées sur des animaux ayant succombé à la morve présentent un si grand danger. Le virus étant répandu dans toute la masse du sang, la moindre piqûre suffit pour inoculer la maladie.

Il ne faut pourtant pas vous étonner de ces faits singuliers; vous connaissez déjà la répulsion des glandes salivaires pour certains principes injectés dans le sang ; pourquoi certains produits pathologiques ne seraient-ils pas repoussés de même par tous les organes sécréteurs, aussi longtemps que leurs fonctions ne sont

point altérées? Il en est de même par rapport à la pneumonie contagieuse des bêtes à cornes dont les émanations transportées par l'atmosphère peuvent, nous le savons, communiquer la maladie. En Belgique, on a tenté des expériences dans le but de préserver les animaux de cette affection, par le moyen d'une inoculation directe; on s'attendait à obtenir par ce procédé des résultats analogues à ceux de l'inoculation de la variole. On s'aperçut alors que ni le sang de l'animal, ni aucun autre liquide de l'économie ne possédait la propriété virulente — à l'exception des sucs contenus à l'intérieur du parenchyme pulmonaire. La maladie, en effet, semble avoir choisi les poumons pour siège, à l'exclusion de tous les autres organes : et les liquides qu'ils renferment, le pus, la sérosité, etc., sont seuls doués du pouvoir de la transmettre.

L'inflammation très intense qui se développe au niveau du point inoculé témoigne en outre des propriétés irritantes du virus ; et lorsqu'on choisit la queue de l'animal pour y pratiquer cette opération (dans le but de ne pas gâter la viande), on observe souvent la gangrène de cet appendice.

Nous avons donc ici un virus, qui se localise dans le tissu pulmonaire, et qui n'existe point dans la masse du sang. Mais il en est de même à l'état normal; nous trouvons à l'intérieur de divers tissus des substances qui n'existent point dans le liquide sanguin; c'est ainsi que la chair musculaire contient une quantité considérable de sels potassiques, dont on ne rencontre que des traces dans le sérum; en un mot, les diverses substances qui

se trouvent distribuées sur divers points de l'économie ne sont pas toujours représentées dans le torrent circulatoire.

L'histoire des maladies spécifiques ne nous présente donc rien qui ne puisse s'expliquer rationnellement. Il nous reste toutefois à découvrir le processus physiologique qui peut donner naissance à un virus. On peut arriver à produire des affections putrides chez des animaux sains. Lorsqu'on pratique la transfusion dans les conditions ordinaires, lorsqu'on transporte directement le sang des veines d'un animal dans celles d'un autre, il ne se manifeste aucun accident de ce genre; mais si vous laissez pendant quelque temps le sang au contact de l'atmosphère, et si vous injectez ensuite dans les vaisseaux le sérum qui s'est séparé du caillot, vous verrez souvent se développer tous les phénomènes de l'infection putride; et les animaux succomberont avec les symptômes caractéristiques de ce genre d'empoisonnement.

Le sang peut donc acquérir des propriétés toxiques d'une manière en quelque sorte spontanée, par suite des modifications chimiques qu'il subit aussitôt après avoir cessé de vivre. Mais on peut arriver aux mêmes résultats sans exposer ce liquide au contact de l'air. Si vous injectez directement dans les vaisseaux d'un sujet bien portant le sang d'un animal soumis à l'abstinence prolongée, le sujet de cette expérience éprouve le même genre d'empoisonnement que nous venons de décrire, et cependant aucune altération chimique ne s'est développée extérieurement au contact de l'air dans ce cas particulier.

L'introduction de substances étrangères doit naturellement exercer une action bien plus intense encore sur le sang : presque toutes les substances connues sous le nom de *ferments* ont la propriété de lui faire subir des altérations profondes. Lorsqu'on injecte dans les vaisseaux de la levûre de bière, on voit se produire immédiatement des hémorrhagies passives et d'autres phénomènes adynamiques, et la mort survient rapidement. Transportez le sang de cet animal dans les veines d'un autre sujet et les phénomènes se développeront avec une grande rapidité, comme si l'on avait injecté dans les vaisseaux non pas du sang, mais de la levûre de bière.

Il est probable qu'il se produit en pareil cas une série de réactions au sein du liquide sanguin qui donnent naissance à d'autres ferments. L'expérience rapportée par Pringle dans son ouvrage célèbre, sur les maladies des armées, paraît se rapporter aux résultats de nos propres recherches. Pour montrer l'influence exercée par des émanations putrides, même à distance, sur les phénomènes chimiques de la vie, il plongea dans le jaune d'un œuf pourri un fil qu'il suspendit ensuite dans un bocal contenant un autre jaune d'œuf : dans ces conditions, la putréfaction se développa avec une rapidité tout à fait exceptionnelle.

Nous croyons donc que toute cette série de faits présente les rapports les plus intimes avec ce mystérieux phénomène que les chimistes connaissent sous le nom de *catalyse*. La théorie de la fermentation est jusqu'ici trop imparfaitement connue, et la chimie organique a fait trop peu de progrès dans cette voie, pour qu'il soit permis de

reprocher à la médecine ses imperfections à cet égard. Il existe toute une classe de maladies qui sont évidemment le résultat des réactions chimiques dont l'économie vivante est le théâtre. C'est donc aux progrès ultérieurs de la chimie qu'il appartiendra de nous révéler les lois physiologiques qui s'appliquent à cette section de la pathologie.

CINQUIÈME LEÇON

DES MALADIES QUI RÉSULTENT DU DÉVELOPPEMENT PATHOLOGIQUE DES CELLULES.

SOMMAIRE : Continuation du parallèle entre les maladies de l'homme et celles des animaux. — La manifestation extérieure des actions vitales est sous la dépendance d'une action nerveuse. — Maladies dans lesquelles le système nerveux ne paraît jouer aucun rôle. — Le développement des tissus paraît indépendant de toute influence nerveuse directe. — Il existe trois ordres de phénomènes vitaux. — Phénomènes nerveux ou mécaniques. — Phénomènes catalytiques ou chimiques. — Phénomènes histologiques ou de développement. — Évolution de l'être vivant. — Dans le principe, elle est indépendante du système nerveux. — Origine des cellules. — Ont-elles toujours une cellule pour point de départ ? — Peuvent-elles se produire quelquefois spontanément? — Force de développement chez l'adulte. — Elle est plus considérable chez les animaux inférieurs. — Manifestations morbides de cette force vitale particulière. — Tissus hétéromorphes. — Recherche de Virchow sur la pathologie cellulaire. — Certaines maladies sont le résultat d'un développement imparfait. — D'autres sont produites par une déviation du type normal. — Les affections locales ne sont pas de vraies maladies. — Nutrition imparfaite, ses résultats immédiats. — Absence de matière glycogène dans les tissus de l'animal. — Elle précède souvent la mort.

MESSIEURS,

Nous allons continuer aujourd'hui l'étude comparative des maladies qui se développent chez l'homme, et de celles qui affectent les êtres qui lui sont inférieurs, et dans cette leçon nous terminerons cet examen important.

Le système nerveux, nous l'avons souvent répété,

est la voie par laquelle les puissances vitales manifestent presque toujours leur influence. Mais les nerfs eux-mêmes, pour traduire leur activité, sont inséparablement unis au tissu musculaire. En effet, le mouvement est le seul symptôme qui nous révèle l'existence des actions nerveuses. Nous trouvous donc, invariablement, dans tous les phénomènes de cet ordre trois stations distinctes : un centre d'où part l'impulsion ; des nerfs qui la transmettent, et des muscles qui la subissent.

Nous avons parlé dans la dernière leçon de certaines maladies dans lesquel es l'influence nerveuse ne paraît pas intervenir ; telles sont les affections septiques, virulentes et contagieuses. Mais le système nerveux, même en pareil cas, joue presque inévitablement un rôle dans la production de l'affection consécutive à l'introduction de ces poisons dans l'économie. Nous allons vous citer un fait analogue quoique dans un ordre différent ; nous le puiserons dans l'embryologie. L'évolution de l'œuf s'effectue d'après des lois bien connues, qui ont été constatées par l'observation directe ; les étapes successives de son développement ont été soigneusement étudiées chez divers animaux, et l'on s'est assuré que les vaisseaux et les nerfs se développent à un moment donné. Or, si l'on introduit certains poisons dans l'œuf aux diverses époques de son développement, l'évolution physiologique ne subit aucune modification, pourvu que la chaleur, l'humidité et les autres conditions extérieures demeurent toujours les mêmes. Mais aussitôt que des vaisseaux et des nerfs se sont formés, l'œuf est immédiatement empoisonné et son activité vitale est

éteinte pour toujours (1). Nous rencontrons ici un arrêt de développement qui paraît dépendre jusqu'à un certain point de l'influence vasculaire ou nerveuse. Mais il faut reconnaître, cependant, qu'en réalité les puissances qui président à l'évolution histologique des tissus sont complètement distinctes de toutes les autres forces biologiques et possèdent une action bien autonome. Nous sommes donc obligés d'admettre l'existence de trois grandes classes de phénomènes dans les corps organisés qui, malgré les rapports intimes qui les unissent et l'influence qu'ils exercent les uns sur les autres, subsistent par eux-mêmes et ne sauraient être confondus. Ce sont :

1° Les phénomènes nerveux, qui embrassent toutes les actions mécaniques de la vie;

2° Les phénomènes catalytiques, qui comprennent les divers genres de fermentations;

3° Les phénomènes histologiques auxquels se rattachent tous les résultats de l'évolution cellulaire ou du grand processus de développement.

Nous venons d'étudier dans nos leçons précédentes les deux premières classes de faits au point de vue de l'influence qu'ils exercent sur la production des maladies. Ce sont maintenant les phénomènes histologiques qui vont fixer notre attention; en d'autres termes, nous allons nous occuper des manifestations morbides qui résultent d'une perversion des forces du développement.

(1) Nous faisons allusion aux expériences de Gaspard, qui avait exposé aux vapeurs du mercure des œufs en incubation. La première période du développement s'accomplissait régulièrement, et dès que les vaisseaux et les nerfs apparaissaient, l'action du poison se manifestait, arrêtait le développement et amenait la mort de l'être vivant.

On ne saurait nier qu'à la première période de la vie embryonnaire, le développemeut des tissus ne présente aucun rapport avec l'influence du système nerveux. Les nerfs n'existent pas encore, ils n'apparaissent que plus tard sous l'impulsion de cette puissance inconnue qui préside à l'évolution de l'être appelé à la vie. Si par les mêmes raisons nous mettons de côté le système vasculaire, nous ne trouvons au début de l'existence que la cellule primitive et le milieu dans lequel elle parvient à sa maturité. Mais les histologistes ne sont pas tous d'accord relativement au point de départ du processus tout entier, à ce premier pas, qui commence la longue série d'évolutions successives, dont le dernier terme est la formatiou d'un nouvel être. Une cellule vivante peut-elle se produire au sein d'un blastème amorphe? C'était l'opinion de Schwann; mais de nos jours cette manière de voir paraît presque complètement abandonnée : les observateurs modernes sont persuadés que toute organisation vivante est invariablement dérivée d'une cellule primitive qui, par ses divisions et subdivisions, donne naissance à toutes les autres. Or, cet élément primordial ne peut évidemment provenir que des parents de l'animal.

Nous rencontrons, toutefois, des cas dans lesquels il paraît impossible de contester la formation sous nos yeux d'une ou plusieurs cellules primitives, au sein d'un milieu qui, dans le principe, ne contenait aucune trace appréciable d'éléments histologiques. Le sérum du sang, par exemple, placé dans un vase hermétiquement fermé contient, au bout de quelques jours, une quantité considérable de cellules de levûre, qui se sont formées sous l'influence

du glycose contenu dans le liquide ; et cependant, examiné au microscope avec le plus grand soin, immédiatement après la formation du caillot, le sérum du sang ne contenait pas de cellule, pas un noyau appréciable à nos moyens d'investigation. Des faits semblables se présentent souvent à l'observateur, et il existe plus d'un cas où la subdivision et la multiplication des éléments ne sauraient être invoquées pour expliquer le développement des tissus.

Chez l'adulte, les phénomènes de l'évolution n'ont pas cessé d'exister. Si leur étendue est moins considérable que pendant la vie fœtale, leur importance est presque aussi grande. C'est ainsi que chez certains animaux nous voyons disparaître provisoirement tel ou tel organe qui reparaîtra plus tard. Hunter avait remarqué que le testicule du moineau qui pendant l'hiver se réduit au plus petit volume, revient promptement à ses dimensions normales aux premiers jours du printemps. Stannius a rassemblé beaucoup de cas de reproductions de ce genre qui se rencontrent dans le règne animal. Chez les animaux hibernants, par exemple, certaines parties du corps sont complètement atrophiées pendant l'hiver, leurs fonctions étant provisoirement suspendues. Certains ganglions nerveux, et plus particulièrement ceux des organes génitaux semblent disparaître en entier; mais aussitôt que l'activité physiologique de ces organes se réveille, ils sont de nouveau rappelés à la vie. Hunter avait également découvert que chez le pigeon un organe particulier, dont il n'existe aucun vestige chez l'animal à l'état ordinaire se développe à la dernière période de l'incubation : la membrane muqueuse du gésier se tuméfie, se remplit

de vaisseaux, et sécrète une substance nouvelle qui sert à nourrir les jeunes oiseaux qui viennent d'éclore. Dans l'espèce humaine, comme chez tous les mammifères, d'ailleurs, le développement si rapide de la glande mammaire au début de l'allaitement, vient nous offrir un nouvel exemple de ce fait.

Mais faut-il considérer ces phénomènes comme les seuls de ce genre qui se passent à l'intérieur de l'économie? Les surfaces muqueuses ne sécrètent-elles pas continuellement des nouvelles couches de cellules épithéliales? et l'épiderme ne se renouvelle-t-il pas incessamment à la surface de la peau? Nous trouvons donc ici des exemples incontestables d'un développement histologique qui s'opère à toutes les époques de la vie. Par rapport au tissu musculaire, la facilité avec laquelle il augmente de volume sous l'influence d'un exercice régulier est bien connue. Mais on a pensé, jusqu'à présent, que si les fibres constitutives d'un muscle peuvent augmenter de volume, leur nombre demeure invariablement le même. Un physiologiste allemand, Budge, s'est efforcé dans ces derniers temps de prouver le contraire. Une grenouille étant réduite par la privation de nourriture au dernier degré de l'amaigrissement, un petit muscle est mis à nu et le nombre des fibres élémentaires est constaté directement sous le microscope. L'animal étant alors convenablement nourri, lorsqu'il se trouve revenu à un état de santé parfaite, le même muscle est examiné de nouveau, et d'après l'ingénieux observateur que nous venons de citer, le nombre des fibres élémentaires se trouve considérablement augmenté, aussi bien que leur volume.

Considérons maintenant les manifestations morbides de cette force évolutive, dont l'action ne s'arrête jamais au sein de l'économie vivante. Il s'agira de ces tissus particuliers qui ont été désignés comme *hétéromorphes*, expression qui doit être condamnée par l'histologie moderne, car les tissus pathologiques sont engendrés d'après les mêmes lois qui président à l'évolution normale. Mais, comme nous le savons déjà, l'influence nerveuse et l'action catalytique déviées de leur cours naturel donnent naissance à une multitude d'affections diverses. Il n'en est pas autrement pour la force de développement histologique, qui peut, dans un certain nombre de cas, provoquer de véritables désordres dans l'économie. Un mouvement immense, et qui ne s'interrompt jamais, se produit au sein de nos organes pour remplacer par des tissus nouveaux ceux de nos éléments qui ne sont plus aptes à remplir les fonctions qui leur sont dévolues. Dès que cette activité incessante s'écarte de ses voies naturelles, la formation du tubercule, du cancer et d'une foule d'autres produits pathologiques en est la conséquence. Nous voyons ici reparaître, comme toujours, la corrélation intime qui réunit les phénomènes de la santé à ceux de la maladie, et qui relie l'activité physiologique aux influences morbides.

La question qui se trouve posée devant nous doit évidemment être envisagée en ce sens, et tel est le principal objet des travaux de Virchow sur la pathologie cellulaire(1),

(1) Virchow; *La pathologie cellulaire, basée sur l'étude physiologique et pathologique des tissus*. Traduction française 4e édition, par Is. Straus, Paris 1874.

dont nous nous proposons de vous faire connaître les traits principaux.

Mais avant d'approfondir ce point spécial, nous ne saurions nous dispenser de vous donner quelques notions générales sur l'ensemble de la question.

Il existe, en premier lieu, certaines maladies qui sont le résultat d'une absence totale ou d'une profonde insuffisance du travail d'évolution normale sur un point donné. La muqueuse intestinale nous fournit un bel exemple d'un développement incessant, de nouvelles couches épithéliales sont sécrétées à chaque instant pour en garnir la surface interne ; mais un blastème ou milieu vivant est nécessaire à leur formation, et toutes les fois que ce blastème est altéré dans ses propriétés essentielles, — ce qui a toujours lieu dans l'inflammation, par exemple, — l'épithélium disparaît et ne se régénère plus. Il en est de même dans le choléra ; car il a été manifestement démontré que dans cette maladie les vaisseaux qui se ramifient sur la surface interne de l'intestin sont complètement mis à nu. Dans ses admirables recherches sur la muqueuse intestinale, Goodsir a avancé qu'après chaque repas, quand l'absorption s'est produite, l'épithélium qui recouvre les villosités s'exfolie, et se renouvelle dans l'intervalle qui s'écoule avant que des aliments ne pénètrent de nouveau dans l'appareil digestif, — preuve manifeste de la rapidité avec laquelle la reproduction des tissus peut quelquefois s'opérer.

Mais lorsque, par suite de l'intervention d'une cause pathologique, l'épithélium ne se forme plus, quelles en sont les conséquences ? Il n'y a plus d'obstacle à l'exha-

lation séreuse par les parois vasculaires; aucune surface de protection ne vient préserver l'économie contre les corps qui peuvent s'y introduire; enfin, il n'existe plus aucun pouvoir régulateur pour équilibrer les fonctions absorbantes et sécrétoires.

De cette manière, d'innombrables maladies peuvent se rattacher au défaut d'évolution normale, comme à leur cause première. L'inflammation chronique de la trachée et des tuyaux bronchiques détruit également l'épithélium vibratile dont l'utilité est trop bien connue pour qu'il soit nécessaire d'insister sur ce point.

Mais d'un autre côté nous rencontrons certaines affections qui résultent d'une évolution pervertie et non pas interrompue. Vous savez parfaitement que des cellules qui subissent un développement régulier comprennent trois éléments distincts : le premier est une enveloppe ou paroi cellulaire, dont les propriétés physiques jouent un rôle important dans son action; le second est un contenu dont l'importance résulte surtout de sa composition chimique; le troisième est un noyau dans lequel réside surtout la puissance d'évolution. Aussitôt que survient un état morbide de la nutrition, les contenus de la cellule se trouvent exposés à des altérations diverses. Tantôt du pigment, tantôt des corps gras, tantôt des sels calcaires y sont déposés; mais en tout cas des tissus pathologiques sont graduellement formés, et la maladie pénètre dans l'économie. Or, même en pareil cas, aucune entité pathologique, aucun principe abstrait ne nous est nécessaire pour expliquer les faits. La déviation de l'activité physiologique est la seule cause que l'on doive invo-

quer. Il est donc évident que, dans les phases diverses de leur évolution, les tissus hétéromorphes ressemblent aux tissus normaux et qu'ils obéissent aux mêmes lois naturelles. C'est à Müller qu'appartient l'honneur d'avoir énoncé le premier ce grand principe; il peut donc, à juste titre, être appelé le créateur de la pathologie cellulaire. Il a ouvert la voie dans laquelle Virchow marche aujourd'hui avec un si grand succès.

Le tissu intercellulaire, lymphe ou blastème, est le milieu dans lequel les cellules puisent les éléments de leur formation; c'est, suivant l'expression pittoresque de Virchow, leur territoire. Or, il existe un grand nombre de conditions dans lesquelles le blastème ne renferme plus les principes nécessaires au développement normal des cellules : il est indispensable, par exemple, qu'il contienne toujours du glycose, de l'albumine et de la graisse; l'absence d'une seule de ces trois substances oppose à l'évolution cellulaire une barrière insurmontable. Nous les trouvons donc toujours dans les tissus de l'embryon comme dans ceux de l'adulte. Mais un grand nombre d'autres conditions qui nuisent essentiellement à la vie cellulaire peuvent se développer accidentellement; et l'existence de blastèmes pathologiques, donnant naissance à tous les tissus doués de propriétés anormales, peut aisément se concevoir. Telles sont, selon toute apparence, ces dispositions générales de l'économie que nous connaissons sous le nom de *diathèses*, et qui, lorsqu'une fois elles ont acquis droit de domicile dans l'organisme, chez un individu jouissant autrefois d'une bonne santé, peuvent se transmettre à ses descendants. Il faut évidemment les considérer comme

des conditions d'existence entièrement nouvelles qui, dans le principe, se produisent accidentellement (car la maladie doit évidemment commencer quelque part); mais qui lorsqu'une fois elles ont conquis l'existence, présentent une tendance manifeste à se perpétuer. Ainsi, qu'un individu d'abord parfaitement sain devienne phthisique par suite de circonstances qu'on ne peut encore bien déterminer, il peut transmettre à sa progéniture cette prédisposition morbide qui remontait primitivement à une cause purement accidentelle; et la syphilis, cette source féconde et bien connue de produits pathologiques, se transmet aussi, mais dans des conditions différentes, du père à l'enfant.

Ces prédispositions morbides ou diathèses reconnaissent des causes de nature bien diverse, mais qui toutes coïncident sur un point donné; elles présentent invariablement une tendance qui s'oppose à toutes les modifications favorables à la santé du malade. Tantôt elles découlent d'une transformation profonde des liquides de l'économie, tantôt elles se rattachent à l'action de certains poisons qui, lorsqu'ils ont pénétré dans l'organisme, ne peuvent plus en être expulsés. On comprend, par exemple, que, s'il existait un poison ne pouvant être éliminé par aucun de nos organes, il ne trouverait aucune issue après avoir pénétré dans le torrent circulatoire, et deviendrait, par conséquent, la source de certaines modifications permanentes dans l'économie. Nous pouvons concevoir théoriquement la possibilité d'un pareil état de choses, en nous rappelant le fait singulier dont nous avons déjà parlé. L'iode, une fois introduit dans les vaisseaux, ne

peut être éliminé qu'après un assez long espace de temps, par suite de l'affinité des glandes salivaires pour cette substance. Voici donc un corps qui, pour un temps donné, ne peut pas sortir de l'économie; l'animal se trouve donc atteint pendant cet espace de temps d'une sorte de diathèse iodique.

Si nous envisageons la question au point de vue des effets de la diathèse, il est permis de dire que les individus atteints d'un cancer local ne sont pas à proprement parler en état de maladie. Lorsque la tumeur siège aux membres, la possibilité de la guérison par une opération chirurgicale peut se concevoir, bien qu'on ait peu de raisons pour y compter. En un mot, tant que le mal est local, la vie n'est pas directement menacée. Si le cancer occupe le foie, aussi longtemps que la désorganisation n'occupe pas une vaste étendue, les noyaux pathologiques sont séparés par de vastes tractus de tissu sain qui remplissent, comme à l'état normal, leurs fonctions physiologiques. La bile est sécrétée comme à l'ordinaire, et le tissu de la glande renferme du glycose. Mais plus tard, quand l'altération des éléments qui composent le produit morbide vient en quelque sorte empoisonner l'économie tout entière, en versant dans le torrent circulatoire des liquides imprégnés du principe délétère, alors sans aucun doute la maladie change de nature et devient une affection générale. La cause de la mort n'est donc pas la diathèse, mais seulement la cachexie cancéreuse (1).

(1) Dans cette manière de voir, la diathèse étant consécutive à un vice d'évolution, se conçoit parfaitement au point de vue physiologique. Mais la maladie ne se manifeste réellement qu'avec la cachexie.

Pour terminer l'histoire de ces évolutions morbides, il en est une qu'il nous reste à décrire, c'est la nutrition imparfaite. Il est bien évident aujourd'hui que les conditions anatomiques que Bichat a su mettre en relief dans son immortel ouvrage ne suffisent nullement à rendre compte des diverses manières dont peut survenir la mort. L'observation nous apprend que des malades succombent parfois, sans offrir à l'autopsie aucune altération anatomique apparente des viscères. Dans nos expériences physiologiques, nous voyons souvent des chiens parvenir au dernier degré de l'amaigrissement, bien que l'appétit se maintienne jusqu'au dernier moment. Ils expirent dans le marasme, et leurs chylifères sont gonflés de chyle, et lorsqu'on pratique l'ouverture, on ne reconnaît dans leurs organes aucune trace d'altération morbide.

La cause latente de ce singulier processus pathologique est l'état de la nutrition qui, lorsqu'on la considère dans la profondeur de nos organes n'est après tout qu'un mode particulier d'évolution. L'économie produit en elle-même les substances indispensables à la vie, parmi lesquelles il faut comprendre la matière glycogène : formée à l'intérieur du corps par un processus spécial, elle joue un rôle capital dans les phénomènes histologiques. Vient-elle à manquer? le développement histologique s'arrête; diverses maladies en sont la conséquence immédiate; et dans de pareilles conditions, la vie ne saurait se prolonger longtemps. L'acte physiologique auquel nous avons donné le nom de *nutrition* comprend donc deux parties essentiellement distinctes : la formation des cellules et la création des blastèmes; et cette dernière

fonction est tout aussi indispensable à la vie que la première. Dès qu'une cause pathologique vient les suspendre, la mort arrive inévitablement. Il y a donc deux manières bien différentes de mourir : tantôt la vie est tranchée d'un seul coup par une lésion grave qui affecte un organe important ; tantôt, au contraire, elle s'éteint graduellement par défaut de nutrition : et ce mode de terminaison est celui qu'on observe le plus souvent dans les maladies longues, lorsqu'elles aboutissent à la mort. Dans certains cas, avons-nous dit, nous avons constaté que la matière glycogène ne se produit plus, bien que l'animal ait conservé l'appétit en apparence. Cependant, soumis à l'analyse, les liquides de l'économie ne renferment plus aucune trace de sucre. La mort survient par la viciation dans la formation des blastèmes ; elle résulte de l'interruption de l'activité des organes, qui cessent de recevoir une nourriture appropriée à leurs besoins.

Vous voyez donc, messieurs, qu'il n'est pas besoin de créer des lois toutes spéciales, les unes pour la physiologie, les autres pour la pathologie. La physiologie peut nous donner la clef de tous les phénomènes vitaux, dans l'état de maladie, comme à l'état de santé.

Ces notions générales me paraissaient nécessaires à l'étude des faits particuliers ; il nous reste maintenant, pour compléter cette revue, à discuter cet important problème : les médicaments agissent-ils sur le malade comme sur l'homme en santé ? et jusqu'à quel point les résultats obtenus dans ce dernier cas peuvent-ils se comparer à ceux qu'on observe dans le premier ?

Nous nous proposons d'aborder cette question dans notre prochaine leçon. Cette étude sera une introduction indispensable aux diverses recherches que nous voulons entreprendre ; car après avoir artificiellement produit un état pathologique déterminé chez un animal, il faut, pour embrasser tout notre programme, chercher à le guérir par des moyens thérapeutiques dont l'action sera physiologiquement expliquée.

SIXIÈME LEÇON

DES PRINCIPES RATIONNELS DE LA TRÉRAPEUTIQUE.

SOMMAIRE : Notions diverses répandues dans le monde médical à l'égard de la thérapeutique. — Expectation. — Médications actives. — Force médicatrice. — Comment faut-il interpréter cette expression ? — Doctrine d'Hippocrate sur les crises et les jours critiques. — Formes diverses que cette opinion a revêtues. La réalité des guérisons spontanées est démontrée par les faits cliniques. — Injection de substances putrides dans les veines. — Résultats de cette expérience. — Erreurs de la nature. — Nécessité d'en diriger les efforts. — L'expectation est absurde dans certains cas : elle est rationnelle dans d'autres circonstances. — Opinion de Gall. — La force médicatrice est une force physiologique. — Exemples à l'appui. — Pouvoir de régénération que possèdent les animaux inférieurs. — Exemples de la même faculté chez les animaux supérieurs. — Expériences de Tiedemann et Gmelin sur les conduits biliaires. — Expériences de Claude Bernard sur le conduit pancréatique. — Expériences de Sédillot sur la ligature de l'œsophage. — Reproduction de certains tissus chez l'homme. — Cette propriété se manifeste à un degré supérieur dans les membranes épithéliales. — Les forces physiologiques continuent à agir dans l'état de maladie. — Les évacuations critiques peuvent être assimilées à l'élimination des corps étrangers. — Conséquences pratiques.

Messieurs,

Dans les leçons précédentes, nous nous sommes demandé si le type des états morbides, dans chacune des formes si diverses qu'ils peuvent affecter, ne se rattachait pas à un type analogue dans l'état physiologique ; en un mot, s'il n'y a pas un parallélisme à établir entre ces

deux conditions de la vie? Mais cette discussion n'avait d'autre but que de vous préparer à l'étude d'un problème bien autrement important, et qui, par sa nature même, se rattache aux bases fondamentales de la médecine. Nous voulons parler de la thérapeutique, cette science vers laquelle convergent toutes les autres branches de l'art de guérir ; car le rétablissement de la santé doit évidemment constituer le but final de tous les efforts du médecin ; elle représente la partie la plus légitime de sa noble mission.

Depuis l'époque la plus reculée, nous voyons régner parmi les médecins les opinions les plus contradictoires sur cette question capitale : Faut-il attaquer les maladies dès le début par un traitement énergique ? faut-il suivre, au contraire, les efforts de la nature et se garder soigneusement d'en troubler le cours? La difficulté n'est pas moins grande aujourd'hui qu'au temps de nos prédécesseurs. En effet, il existe deux opinions diamétralement opposées parmi nous à cet égard ; la méthode expectante, adoptée par les uns, est repoussée par les autres, qui préfèrent une intervention active. La croyance aux forces curatives de la nature en médecine remonte aux temps les plus anciens ; nous la trouvons exprimée en termes précis dans les écrits d'Hippocrate ; et de nos jours, l'école fondée sur l'expectation la formule comme un principe fondamental. Mais le sens abstrait de ces termes exigerait une définition nette et précise. Le mot *nature* s'applique souvent à cette cause première à laquelle l'univers entier doit son existence ; souvent, au contraire, cette expression s'adresse à l'univers lui-même, aux effets

visibles que produit cette force éternelle sur la matière inerte, ou, pour nous servir de l'admirable expression de Spinoza, la nature peut être envisagée à l'état actif (*natura naturans*) et à l'état passif (*natura naturata*).

L'idée que les anciens se faisaient de la force médicatrice, ou puissance curative, se rapportait à une tendance innée, à un instinct particulier, situé dans les organes du corps vivant et qui, lorsqu'une influence morbide les avait dérangés, les ramenait graduellement à la condition primitive. On supposait donc que si l'homme intervenait dans la lutte, son rôle devait se borner à favoriser les efforts de la nature qui tendent au rétablissement de la santé. De là provient la doctrine des crises et des jours critiques qui occupe une si grande place dans les écrits d'Hippocrate. Il supposait qu'à certaines périodes déterminées, l'expulsion de la matière morbifique avait lieu spontanément par quelque évacuation extraordinaire.

Nous voyons donc que la doctrine des anciens consistait à croire que les forces biologiques déviées de leur direction naturelle y revenaient spontanément sans aucun secours étranger; et bon nombre de nos contemporains continuent à partager cette opinion, en lui faisant subir toutefois les modifications qu'exigent les progrès actuels de la science. Ces idées, nous les retrouvons en pleine vigueur à diverses périodes de l'histoire de la médecine, bien que suivant l'époque, les mots qui servent à les exprimer aient souvent varié. Ainsi, le principe vital qui anime l'économie tout entière appartient à l'*âme*, d'après Stahl; tandis que Van Helmont l'appelle *archée*. La pensée est au fond la même et peut se formuler de la

manière suivante : « La nature a le pouvoir de réta-
« blir la santé sans aucun secours étranger ».

L'observation clinique a manifestement jeté les bases de cette doctrine; chaque jour nous voyons se rétablir des malades qui n'ont jamais réclamé le secours de la médecine. C'est ainsi que des corps étrangers qui ont pénétré à l'intérieur de nos tissus, subissent une élimination spontanée, grâce au travail inflammatoire et à la suppuration qui en est la conséquence. Il semble rationnel de supposer que dans les affections internes le principe nuisible se trouve également éliminé par les sueurs ou par toute autre voie naturelle. Envisagés à ce point de vue, les phénomènes de la maladie présentent toujours une tendance curative qui se rapporte plus ou moins directement au but final ; et quand la mort survient, il faudrait admettre que les puissances de la nature ont été vaincues par l'intensité de l'influence morbifique.

Sans adopter à priori cette manière de voir, plusieurs observateurs ont cherché à lui apporter l'appui de l'expérimentation directe. Gaspard (de Saint-Étienne), ayant injecté une décoction de chair putride dans les veines d'un animal, vit apparaître une fièvre des plus intenses, accompagnée de frissons, de prostration et de déjections abondantes ; mais après un certain espace de temps l'animal se rétablissait sans aucun traitement. Dans d'autres cas, le sujet ayant succombé, on admettait que le principe morbifique n'avait pu être éliminé totalement. Un grand nombre de faits cliniques pourraient s'expliquer d'une manière très satisfaisante par un processus analogue. Je me contenterai de citer la résorption graduelle

des exsudats pseudo-membraneux, et de plusieurs autres produits morbides. Il serait évidemment inutile d'insister davantage sur ce point.

Bien différentes sont les opinions des médecins qui appartiennent au parti contraire, et qui adoptent des mesures plus vigoureuses dans le traitement des maladies. La nature, disent-ils, est souvent aveugle, et veut être dirigée dans ses opérations. Sans doute, elle fournit dans les fractures les matériaux nécessaires à la formation du cal; mais abandonné à lui-même, le membre est presque toujours raccourci et prend une direction vicieuse; aussi le blessé demeure-t-il infirme pour le reste de ses jours. L'inflammation des conduits naturels a pour résultat ordinaire leur rétrécissement. Un pareil résultat présente les inconvénients les plus graves, comme on le voit pour le rétrécissement de l'urèthre; dans quelques cas, ce travail naturel peut déterminer la mort; lorsqu'il se produit par exemple dans l'œsophage, l'obstacle au passage des aliments condamne le malade à mourir graduellement d'inanition. L'orifice supérieur du larynx occupe une position dangereuse, par suite de la conformation du pharynx; et la chute d'un bol alimentaire dans les voies aériennes est souvent la conséquence de cette malheureuse disposition anatomique. Il est donc bien évident qu'on peut tour à tour blâmer et louer la nature, d'après le point de vue où l'on se place pour juger ses œuvres, et l'observation anatomique ou clinique peut fournir des arguments aux deux partis.

Il est incontestable que dans plusiers maladies, et plus spécialement dans les affections chirurgicales, l'expecta-

tion devient une absurdité, et que les circonstances réclament impérieusement une intervention active. Mais dans l'immense majorité des cas, l'expectation doit être préférée et l'habileté du praticien consiste à faire une application judicieuse de la méthode générale à chaque cas particulier. Il est le plus souvent impossible de prouver d'une manière irréfutable, qu'un mode de traitement donné est utile ou nuisible dans telle ou telle maladie. Pour trancher la question, une contre épreuve serait au moins nécessaire, et l'humanité s'oppose à la rigueur d'une démonstration pareille. D'ailleurs les faits particuliers ne peuvent que bien rarement se comparer entre eux et ne sauraient par conséquent être rapprochés de manière à fournir des règles générales. Gall, le phrénologue, a publié un travail intéressant sur cette question, dans lequel il s'efforce de faire la part de la nature et celle de la médecine dans la guérison des maladies. Prenons deux exemples frappants de ces conditions opposées : dans les fièvres éruptives, l'inutilité de notre intervention saute aux yeux ; dans la fièvre intermittente, au contraire, nous possédons un médicament d'une telle énergie qu'il serait impardonnable de ne point en faire usage. Il faut donc admettre qu'il existe des cas dans lesquels les médicaments paraissent réellement exercer une influence considérable sur l'évolution des maladies ; mais nous ne songeons pas à discuter la question en ce moment.

Nous avons voulu seulement établir que ce que les anciens ont connu sous le nom de *force médicatrice* n'est rien autre chose que la manifestation du principe physiologique lui-même.

On ne saurait nier que les forces physiologiques qui régissent les fonctions de la vie ne possèdent une grande puissance de résistance à l'action des causes extérieures ; toutes les fois que l'ordre a été renversé, elles tendent à le rétablir. Il serait aisé d'en fournir de nombreux exemples. Nous nous contenterons de vous rappeler que, chez certains animaux inférieurs, la perte d'un membre peut se réparer en entier, et qu'au dernier degré de l'échelle des êtres on peut diviser un animal en plusieurs fragments dont chacun ne tarde pas à devenir un individu complet. Ce singulier phénomène, qui se produit chez l'hydre verte et chez diverses espèces de polypes, se présente à un moindre degré chez des espèces dont l'organisation est infiniment plus complexe. Un homard est-il privé de ses pinces, elles repousseront dans un court espace de temps ; et même chez les vertébrés le lézard peut perdre sa queue et la voir remplacée par une queue nouvelle qui repousse à la même place. Une tendance analogue se retrouve encore chez des animaux d'un type bien plus élevé. C'est ainsi que chez un chien, si vous liez le canal cholédoque, toutes les fois que la mort ne survient pas par la rupture du conduit et l'effusion de la bile dans le péritoine, un nouveau canal s'établit peu de temps après l'opération entre les deux bouts séparés par la ligature, Nous devons la connaissance de ce fait singulier à Tiedmann et Gmelin, et j'ai souvent obtenu un résultat identique par la ligature du conduit pancréatique. Peu de temps après cette opération, le tissu cellulaire voisin s'indure, la portion oblitérée du conduit est résorbée et un canal nouveau s'établit entre les deux extrémités sépa-

rées, absolument comme dans le cas précédent. La reproduction est ici tellement parfaite qu'en pratiquant l'autopsie quelques mois plus tard, on ne retrouve aucun vestige de l'opération.

Le professeur Sédillot, dans ses expériences sur l'œsophage, est parvenu à la même conclusion. Son but, dans le principe, était de prolonger la vie chez les individus atteints d'un cancer ou de toute autre oblitération de ce conduit. Les expériences de M. Blondlot sur les fistules gastriques lui avaient suggéré l'idée d'employer ce procédé dans un but curatif. L'œsophage ayant été lié chez plusieurs chiens, ils furent nourris pendant quelques semaines par une ouverture pratiquée aux parois de l'estomac. Mais après un certain temps ces animaux ayant été démuselés, M. Sédillot fut très étonné de les voir se nourrir par la bouche et même avaler de gros morceaux de viande. En pratiquant l'autopsie, on s'assura que les deux extrémités séparées de l'œsophage s'étaient réunies, et qu'un nouveau passage permettait ainsi aux aliments de parvenir dans l'estomac.

Enfin, dans l'espèce humaine, des tendons ou des nerfs qui ont été extirpés sur une grande longueur se reproduisent fréquemment. En pareil cas, les tissus nouvellement formés parcourent toutes les phases de l'évolution normale, telle que nous l'observons histologiquement chez le fœtus.

Pendant mon séjour comme interne dans les hôpitaux, j'ai souvent eu l'occasion d'observer des faits de ce genre. Voici l'un des plus remarquables : une portion considérable du nerf sciatique avait été enlevée chez un jeune

homme, à la suite de l'extirpation d'une tumeur volumineuse dans la région correspondante. La dissection fit reconnaître la présence du cordon nerveux au milieu des tissus pathologiques ; et, comme il était aisé de le prévoir, les muscles correspondants furent atteints d'une paralysie absolue qui s'accompagnait d'une perte complète de la sensibilité sur tous les points qui reçoivent leurs rameaux de la partie inférieure du sciatique ; et cependant, après un certain espace de temps, ces phénomènes disparurent en entier, et le membre paralysé recouvra peu à peu toutes ses fonctions.

Les parties solides du corps humain jouissent donc, dans une certaine mesure, de cette singulière propriété de régénération qui existe à un degré si frappant chez les animaux inférieurs ; mais ce sont surtout les liquides de l'économie et les revêtements épithéliaux des muqueuses qui possèdent au degré le plus élevé cette puissance physiologique. Un animal peut être soumis à des saignées journalières sans même paraître affaibli, pourvu qu'il reçoive une nourriture suffisamment réparatrice ; et nous savons par expérience avec quelle rapidité se comblent les déperditions de cette espèce dans les cas d'hémorrhagie, pourvu toutefois que la quantité de sang brusquement soustraite à la circulation ne soit pas trop considérable. Le sang jouit donc au plus haut degré de la faculté de réparer ses pertes. Nous pourrions en dire autant des couches épithéliales qui revêtent les surfaces muqueuses. Vous savez avec quelle promptitude se guérissent les excoriations de ces membranes à l'état de santé. Le renouvellement perpétuel que subissent à la fois le liquide sanguin et les

épithéliums muqueux suffit pour justifier de tels privilèges.

Vous voyez donc, messieurs, que le pouvoir mystérieux attribué par les anciens à la nature, s'explique aisément par ces propriétés normales qui continuent à subsister pendant la maladie, quoique rejetées pour un instant dans l'ombre ; mais, dès que l'occasion se présente, elles déchirent le voile et se montrent de nouveau. On comprend, dès lors, pourquoi les jeunes gens résistent en général plus énergiquement à la maladie que les sujets d'un âge avancé. A cette période de l'existence l'économie animale jouit d'une plus grande vigueur, et lutte avec plus d'obstination pour reconquérir le terrain perdu.

Les phénomènes critiques décrits par les anciens observateurs sont, eux aussi, le résultat des actions physiologiques. Ne voyons-nous pas le prussiate jaune de potasse, lorsqu'il est injecté dans les veines, pénétrer dans la sécrétion urinaire et se frayer ainsi une issue au dehors? Par un procédé analogue, l'alcool n'est-il pas éliminé par les poumons? Il faut donc considérer les excrétions exagérées qui paraissent guérir certaines maladies, comme servant à l'élimination de diverses substances qui, pendant la santé comme à l'état pathologique, sont expulsées au dehors par ce mécanisme.

Ces réflexions, messieurs, vous convaincront sans doute que la force médicatrice, si longtemps considérée comme une sorte de pouvoir mystérieux, résidant au sein de nos organes, n'est après tout que le simple résultat de ces propriétés physiologiques que la maladie vient masquer pour ainsi dire, mais qui n'en continuent pas

moins à subsister, et qui, dans les cas de guérison, finissent par reprendre le dessus. Aussi, lorsque la mort arrive, au lieu de dire que la vie s'est éteinte, il serait plus exact de dire que *l'état physiologique qui régénère les organes a cessé d'exister.*

Quant au rôle du médecin dans ce combat, il consiste à surveiller attentivement les efforts de la nature pour en tirer parti, dès qu'une occasion favorable se présente. Or, les agents par lesquels il peut exercer son influence sont les médicaments : nous nous proposons, dans la prochaine leçon, d'étudier leur mode d'action, le pouvoir qu'ils exercent, et les cas divers dans lesquels ils peuvent être utiles ou nuisibles au malade.

SEPTIÈME LEÇON

DES PRINCIPES RATIONNELS DE LA THÉRAPEUTIQUE (SUITE).

SOMMAIRE : La nature n'est pas toujours capable de guérir les maladies: l'intervention de l'air est souvent indispensable. — Nécessité pour le médecin de bien connaître l'action des médicaments. —Définition des médicaments. — Différences qui les séparent des aliments et des poisons. — Tous les médicaments sont des substances étrangères à l'économie, et par conséquent, des poisons. — Opinions diverses sur l'action des médicaments. — Quelques-unes de ces opinions sont manifestement erronées. — Action de l'émulsine sur l'amygdaline. — L'émulsine et l'amygdaline injectées séparément dans le sang, ou prises séparément par la bouche, ne produisent aucun effet nuisible. — Simultanément injectées ou absorbées, elles donnent la mort. — Les ferments ne sont pas absorbés par l'appareil digestif. — L'action des médicaments ne peut pas s'expliquer par leurs propriétés exclusivement chimiques. — Expériences de M. Poiseuille. — Explications relatives à l'action de certains médicaments tirées de l'endosmose. — Affinité élective démontrée par l'action du phosphore, de l'éther, etc. — Toutes les théories jusqu'ici formulées sont plus ou moins imparfaites.

MESSIEURS,

Nous avons signalé les deux points de vue opposés auxquels se sont placés les médecins pour envisager la pratique de l'art de guérir. Les uns, comme vous l'avez vu, reconnaissent l'existence d'une force médicatrice, d'une puissance curative de la nature, à laquelle revient tout l'honneur de la guérison des maladies. Les autres, repoussant cette hypothèse avec indignation, attribuent à l'honneur de l'art presque tout le mérite des guérisons

qui s'effectuent sous nos yeux ; et ces deux opinions contradictoires, comme on devait s'y attendre, amènent de profondes différences dans la pratique. Les partisans de la force médicatrice soutiennent le principe de l'expectation, tandis que leurs adversaires adoptent un traitement plus ou moins énergique et varié.

Nous avons conclu que dans l'état actuel de la médecine les deux partis ont chacun raison dans une certaine mesure, et qu'il serait dangereux pour le praticien de s'attacher exclusivement à l'un ou à l'autre. Il est certain que les maladies peuvent souvent guérir spontanément, mais l'intervention de la médecine est, dans d'autres cas, nécessaire.

C'est par l'entremise des agents médicamenteux que l'homme intervient dans le but de modifier le cours des maladies ; grâce à l'emploi de ces moyens, il en accélère, en retarde, en modifie la marche. Le praticien qui ne veut point rester l'esclave d'un empirisme aveugle ne saurait donc se dispenser d'étudier le mécanisme des maladies ; il lui faut en outre connaître à fond les effets des substances médicamenteuses, afin de les employer dans les cas où elles peuvent rétablir la santé.

Mais à peine avons-nous abordé ce sujet qu'une nouvelle question s'élève, et nous sommes obligé de la résoudre avant d'aller plus loin. Comment définir les médicaments, et quelle est la différence qui les sépare des aliments et des poisons ? On se contente habituellement de la réponse suivante : les médicaments servent à rétablir la santé, les aliments soutiennent la vie, les poisons la détruisent. A cet égard, une définition trop absolue

deviendrait par là même inexacte; cependant on peut dire d'une manière générale : « Les médicaments sont » des corps étrangers à l'organisme, que l'on y fait » pénétrer dans le but d'obtenir certains effets déter- » minés. » Il nous reste à préciser le sens de notre définition.

Tous les médicaments sont, en définitive, des poisons; ils n'en diffèrent que par l'intensité moins grande de leur action. Les préparations dont nous faisons usage n'agissent réellement qu'à cause de leurs propriétés toxiques qui apportent un trouble étranger à l'économie. Ainsi que nous l'avons dit, les principes qui font déjà partie de l'organisme ne sauraient jouer le rôle de médicaments. Mais, dira-t-on, le chlore, le phosphore, et plusieurs autres substances que nous administrons à l'intérieur, se rencontrent déjà dans le corps humain, même à l'état physiologique. A quoi l'on peut répondre qu'ils n'y existent pas à l'état (ou à la dose) où nous les employons à titre de médicaments. Le phosphore à l'état de pureté est un poison très énergique, tandis que les phosphates existent en abondance dans plusieurs de nos tissus. Ainsi donc, toutes les substances médicamenteuses ou toxiques sont étrangères à l'économie, soit par leur nature, soit par la forme sous laquelle nous les prescrivons.

Comme la plupart des poisons appartiennent aux règnes minéral ou végétal, il n'est pas étonnant que les agents médicamenteux soient pour la plupart empruntés à l'un ou à l'autre de ces deux règnes. Ce sont tantôt des alcaloïdes végétaux, tantôt des purgatifs salins, tantôt des sels

métalliques, etc. Or, ces diverses substances, lorsqu'une fois elles ont pénétré dans l'économie, exercent sur elle une influence bien déterminée : les sels de quinine s'opposent à la périodicité, les préparations mercurielles ont une action spécifique sur certaines affections virulentes.

Maintenant, comment expliquerons-nous l'opération spéciale de chaque agent médicamenteux ? Pendant longtemps on a pensé que la substance employée pénétrait dans l'intérieur de nos organes pour s'adresser directement au principe morbifique lui-même et le neutraliser : le mercure s'adresserait au virus syphilitique, les acides au vice scorbutique, les alcalins au vice rhumatismal, etc. Dans d'autres cas, on s'est adressé à un poison défini ; on a tenté, par exemple, de guérir la colique de plomb en administrant de l'acide sulfurique dilué aux personnes qui sont atteintes de cette maladie, dans le but de rendre l'agent morbifique lui-même insoluble. Ces exemples vous montrent les vues que l'on a cherché à réaliser par l'usage des médicaments.

Il me serait facile de vous prouver, à l'aide des notions les plus simples de la physiologie, que ces idées ne sont pas acceptables. Il est évidemment impossible de produire, par exemple, du sulfate de plomb dans le torrent circulatoire. Il n'est pas moins impossible d'acidifier le sang, car la mort arriverait longtemps avant qu'il eût cessé d'être alcalin. En effet, tous les animaux présentent une prédominance du princide alcalin dans le sang, bien qu'après la mort il puisse devenir spontanément acide par suite de la fermentation lactique qui s'empare de la glycose qu'il contient.

Certaines combinaisons chimiques propres aux corps bruts, qui se produisent par double décomposition, ne sauraient donc se réaliser dans le sang; mais des actions d'un genre différent s'y produisent avec la plus grande facilité : nous voulons parler des fermentations. Faites pénétrer de la levûre de bière dans les veines, et vous verrez la fermentation alcoolique se produire en dépit de tous les privilèges de la force vitale. Or, les fermentations, comme vous le savez, ne sont pas des combinaisons chimiques ordinaires, mais des réactions spéciales appartenant en propre aux êtres vivants et amenant une catalyse, un dédoublement de la matière. La levûre de bière ne se combine pas avec le sucre; elle le décompose en alcool et en acide carbonique.

Il me sera facile de vous fournir un exemple bien plus frappant encore de ces réactions particulières. Nous savons que l'amygdaline, cette substance organique qui se trouve dans les amandes amères, a la propriété de se décomposer en présence de certains ferments, pour donner naissance à de la glycose et à de l'acide cyanhydrique. L'émulsine, le ferment particulier qui décompose l'amygdaline, existe dans les amandes douces aussi bien que dans les amandes amères; mais c'est exclusivement dans celles-ci que se trouve l'amygdaline; de là cette différence si marquée entre l'odeur et la saveur de ces deux graines qui, sous tous les autres rapports, se ressemblent parfaitement.

Supposons maintenant que l'on injecte isolément dans les veines d'un animal soit de l'amygdaline, soit de l'émulsine, aucun accident ne surviendra; mais si nous

injectons simultanément ces deux substances dans le sang, même sur deux points fort éloignés l'un de l'autre, l'animal meurt; il est frappé d'une manière subite. La réaction qui donne lieu à la décomposition de l'amygdaline s'est produite, de l'acide prussique a été mis en liberté et il n'a pas tardé à manifester sa puissance toxique. Voici donc une réaction à laquelle la présence de l'albumine, de la fibrine et des autres matières dissoutes dans le sang, n'apporte aucun obstacle. Les mêmes phénomènes se passent dans le sérum du sang retiré des vaisseaux, preuve manifeste qu'en s'opposant aux réactions ordinaires, les matières albuminoïdes du sang n'agissent qu'en vertu de leurs propriétés chimiques, et n'exercent sous ce rapport aucune action vitale. S'il était possible de produire des réactions analogues dans un sens favorable à la santé, en injectant divers ferments dans le sang, la médecine n'aurait pas tardé à se prévaloir de ce procédé : mais, en pratique, il est malheureusement impossible de le faire. En effet, les ferments ne peuvent pas en général être absorbés; ou, pour parler plus exactement, nous ne connaissons, jusqu'à présent, aucun ferment qui puisse être absorbé par l'estomac. Il serait donc nécessaire de les injecter directement dans le sang. L'action de l'émulsine sur l'amygdaline nous en fournit une nouvelle preuve. Injectez de l'amygdaline dans les veines d'un animal, pendant que vous introduisez en même temps de l'émulsine dans l'estomac, et vous ne verrez aucune réaction se produire, car une barrière infranchissable s'oppose au passage de l'émulsine dans le sang. Mais si vous introduisez simultanément ces deux sub-

stances dans l'estomac, de manière qu'elles puissent s'y rencontrer, la réaction a lieu : l'acide prussique est mis en liberté et absorbé, et l'animal est empoisonné; c'est précisément ce qui arrive aux individus qui commettent l'imprudence de manger un trop grand nombre d'amandes amères. Si cependant une demi-heure s'écoule entre l'ingestion de l'émulsine et celle de l'amygdaline, rien de semblable ne se produit : le ferment, après avoir été digéré dans l'estomac, est descendu dans le tube intestinal privé de toutes ses propriétés caractéristiques. Mais jusqu'ici, je le répète, nous ne connaissons aucun ferment capable d'être absorbé par les organes digestifs.

Toutefois la chimie, en nous apprenant les réactions qui se passent dans le sang, ne saurait nous rendre compte de l'action des médicaments eux-mêmes. On a cherché des explications physiques : c'est ainsi qu'on a essayé de comprendre l'action des diurétiques. M. Poiseuille a prouvé que, si l'eau distillée coule avec une rapidité donnée à travers des tubes capillaires, on peut augmenter ou diminuer la rapidité de sa marche sans aucune modification de la température ni de la pression, en y ajoutant certaines substances. Si, par exemple, nous ajoutons à l'eau distillée une faible quantité de chlorhydrate d'ammoniaque, de nitrate de potasse, ou d'un iodure quelconque, l'écoulement sera accéléré. L'alcool, le sulfate de soude et plusieurs chlorures produisent l'effet inverse. M. Poiseuille croyait que l'action diurétique du nitrate de potasse pouvait s'expliquer par l'accélération de la circulation capillaire des reins; tandis que l'ivresse alcoolique reconnaissait pour cause le ralentissement de

la circulation cérébrale et était dissipée par les sels ammoniacaux en vertu de l'accélération qu'ils imprimaient au mouvement du sang dans les capillaires sanguins. En répétant ces expériences, soit sur des organes extraits du corps, soit sur des animaux vivants, M. Poiseuille émit l'opinion que la circulation capillaire subit cette influence des diverses substances qui accélèrent ou retardent le mouvement de l'eau dans des tubes de verre.

Ce ne sont point là les seuls exemples de ce genre que je pourrais citer : on a encore voulu expliquer par l'endosmose l'action spéciale des purgatifs qui donnent lieu à une excrétion séreuse très abondante à la surface des intestins. Il est vrai que le sulfate de soude et plusieurs autres purgatifs salins possèdent le pouvoir endosmotique à un degré très élevé. On ne saurait donc nier que, dans plusieurs cas, cette hypothèse n'ait quelques apparences en sa faveur. Mais il est une multitude d'autres faits auxquels ce raisonnement ne peut s'appliquer. Dans la majorité des cas, les purgatifs les plus énergiques ne possèdent qu'un très faible pouvoir endosmotique, car la plupart des drastiques sont tirés du règne végétal.

Il est une troisième hypothèse pouvant s'appliquer à l'action des médicaments et qui est beaucoup plus en rapport avec nos connaissances physiologiques. On admet qu'il existe une action élective pour chaque organe en particulier, qui le rend plus apte que tous les autres à subir l'influence de certains agents médicamenteux. Mais les issues par lesquelles les diverses substances introduites dans l'économie peuvent en sortir sont fort nom-

breuses, comme nous l'avons vu. On admettrait donc dans ce système que chaque médicament agit plus spécialement sur l'organe qui est chargé de l'éliminer, ce qui supposerait, dit-on, que l'action médicamenteuse est essentiellement différente de l'action toxique. C'est une opinion que nous n'acceptons pas, quant à nous.

Quoi qu'il en soit, voici les arguments physiologiques qu'on peut invoquer à l'appui de cette manière de voir. L'éther, nous le savons, lorsqu'il a pénétré dans le torrent circulatoire, s'échappe par les poumons, comme le montre l'odeur caractéristique de l'haleine. Or, si la quantité d'éther administrée suffit pour déterminer un empoisonnement, nous trouvons à l'autopsie les traces d'une action toute locale dans les poumons.

Mais, par rapport au phosphore, le fait est encore plus évident. En dissolvant cette substance dans de l'huile, on l'obtient sous une forme qui permet de l'injecter dans les veines. C'est de cette manière que Magendie a fait son expérience pour démontrer que le phosphore est éliminé par les poumons.

L'animal étant placé dans une cave ou dans une chambre obscure, on voit en apparence sortir du feu par la bouche et les naseaux. Ce phénomène est le résultat bien connu de la phosphorescence de l'air qui s'échappe du poumon. Lorsque, après avoir soumis l'animal à cette expérience, nous pratiquons l'ouverture du corps, nous trouvons dans les poumons des lésions extrêmement graves; on voit une congestion générale du parenchyme pulmonaire, et sur divers points une hépatisation jaune d'un aspect particulier.

Il existe bien d'autres exemples encore d'une action spéciale exercée par les médicaments sur les organes qu'ils traversent pour sortir de l'organisme; divers organes sécréteurs peuvent être modifiés d'une façon toute particulière par l'action de certaines substances qui se retrouvent dans le liquide qu'ils sont chargés de produire. Nous commencerons par rappeler l'action si prompte que les cantharides exercent sur l'appareil urinaire. On sait en effet que la sensibilité de ces organes est tellement grande chez certains sujets, que la simple application d'un vésicatoire suffit pour y développer une irritation très marquée. Les effets des cantharides sont bien plus prononcés encore quand la substance est administrée par l'estomac. On voit alors se produire une cystite, une néphrite aiguës, qui s'accompagnent souvent de la formation de pseudo-membranes, et d'où il peut résulter quelquefois les accidents les plus graves. Mais, dans toute cette série de phénomènes, il n'y a qu'une action purement locale de la substance, qui s'exerce sur les organes éliminateurs. Au moment où le phosphore ou l'hydrogène sulfuré traversent les poumons pour sortir de l'organisme, ils conservent leurs propriétés chimiques irritantes. Comment s'étonner dès lors qu'une inflammation plus ou moins intense se développe dans le parenchyme de l'organe qui sert à les éliminer? Il en est de même pour les cantharides; en traversant l'appareil urinaire, cette substance agit comme un vésicatoire sur la membrane muqueuse qui en tapisse la surface interne; voilà pourquoi il en résulte une inflammation aiguë.

Nous ne trouvons donc dans aucune des théories proposées jusqu'ici la solution complète du problème de l'action des médicaments. Nous n'avons tout au plus que des explications qui s'appliquent à un certain nombre de cas particuliers; nous reviendrons sur ce sujet dans la leçon prochaine.

HUITIÈME LEÇON

DES EFFETS GÉNÉRAUX DES MÉDICAMENTS.

SOMMAIRE : Les diverses explications qu'on a jusqu'à présent données relativement à l'action des médicaments sont complètement insuffisantes. — Tentatives pour résoudre la question rationnellement. — Les effets des médicaments doivent être considérés comme des phénomènes physiologiques. — Les divers tissus qui font partie du corps jouissent individuellement de propriétés distinctes et spéciales. — Il existe deux appareils généraux qui sont en rapport avec tous les tissus, à savoir les vaisseaux et les nerfs. — Le sang est le milieu dans lequel existent tous nos éléments. — Le sang transporte des substances nutritives à leur destination. — Le sang est encore le véhicule des médicaments et des poisons. — Les médicaments doivent être envisagés comme des agents physiologiques d'une nature particulière. — Ils agissent sur nos tissus d'une manière entièrement physiologique. — L'action de l'oxygène en est une preuve. — Les propriétés des divers éléments histologiques sont différentes. — Les agents qui peuvent les modifier sont également différents. — Action de la strychnine, du curare, de la digitale, de l'oxyde de carbone, de l'arsenic. — Différence entre les nerfs sensitifs et moteurs. — Les médicaments aussi bien que les poisons n'agissent point sur les organes, mais sur les éléments de tissus. — Différence entre les animaux de diverses espèces relativement à l'intensité avec laquelle certains poisons agissent sur eux. — Cette différence existe également par rapport à des tissus homologues chez le même animal. — Le fait s'explique par la vitalité supérieure de certains animaux et de certains organes. — La digitale arrête l'action du cœur longtemps avant de paralyser les autres muscles. — Le galvanisme agit plus puissamment sur les muscles volontaires que sur ceux qui sont involontaires. — Les effets généraux des médicaments s'expliquent rationnellement par leur action sur les éléments histologiques.

MESSIEURS,

Dans la leçon précédente, j'ai examiné avec vous les explications qu'on a données relativement à l'action des

substances médicamenteuses. Comme vous l'avez pu voir, malgré les vues ingénieuses proposées par un grand nombre d'observateurs, aucune solution satisfaisante de la difficulté n'a été jusqu'à présent formulée.

Pour réussir dans cette tentative, et parvenir enfin à une conception rationnelle des effets produits par ces agents, lorsqu'ils ont pénétré dans l'économie, il est indispensable, je le crois du moins, de les rapprocher des actes physiologiques, en écartant absolument les doctrines qui reconnaissent soit à la maladie, soit aux médicaments le pouvoir de modifier radicalement les conditions de la vie, de façon à créer dans l'organisme de nouvelles forces biologiques.

En étudiant les divers tissus ou éléments de tissus qui font partie de l'être vivant, on peut aisément s'assurer que chacun d'eux possède des propriétés spéciales, et que c'est ainsi qu'ils parviennent à remplir les diverses fonctions qui leur sont dévolues. Nous constatons en même temps qu'il existe des appareils destinés à réagir sur les tissus élémentaires qui font partie du corps; ce sont, par exemple, les appareils vasculaires et nerveux. Le sang, transporté par les vaisseaux à toutes les parties du corps, est indispensable à l'existence normale de tous les tissus vivants. Ils périssent rapidement lorsqu'ils sont privés de ce fluide réparateur et vivifiant. Le sang doit donc, comme je l'ai établi depuis longtemps, être considéré comme le milieu intérieur dans lequel vivent tous nos tissus. Il les met en contact avec un nombre immense de substances diverses, provenant de sources différentes,

les unes tirées de l'atmosphère par la respiration, les autres de la nourriture consommée par l'animal et assimilée par les organes digestifs ; d'autres enfin peuvent pénétrer dans l'économie par d'autres surfaces absorbantes, et toutes concourent à la conservation des conditions physiologiques de la vie.

Ce ne sont point là, toutefois, les seules substances que le fluide circulatoire mette en contact avec les éléments primitifs dont se composent nos organes. Le sang est en même temps le véhicule qui transporte à l'intérieur des tissus vivants et au sein même de leur parenchyme des agents médicamenteux destinés à modifier autrement leurs propriétés ; il faut donc nous habituer à considérer les médicaments comme des agents physiologiques d'une nature exceptionnelle : ils pénètrent dans l'économie par les mêmes voies que les aliments; ils révèlent leur présence en donnant naissance à une série de phénomènes qui, dans chaque cas, sont propres à chacune de ces substances en particulier. Mais une autre question s'élève ici, c'est de savoir comment ces substances étrangères peuvent agir sur nos tissus? Ce n'est point par leurs propriétés physico-chimiques propres, comme je vous l'ai montré dans la séance précédente, mais par des propriétés dites physiologiques, parce que ce sont des propriétés physiques et chimiques provoquées dans la matière organisée et dans les éléments vivants. Lorsque l'oxygène, par exemple, se trouve en contact avec des fibres élémentaires, soit nerveuses, soit musculaires, il y détermine des conditions physico-chimiques qui en augmentent l'activité et maintiennent toutes leurs propriétés

essentielles ; privées de ce stimulant énergique, les fibres nerveuses et musculaires ne tardent pas à mourir ; il est probable que dans son essence intime cette action de l'oxygène est d'un ordre physique ou chimique, mais, tant qu'il nous sera impossible d'en préciser la nature, l'observateur devra lui donner le nom d'*action physiologique*.

Les éléments histologiques, je vous l'ai déjà dit, possèdent dans chaque tissu des propriétés spéciales, et plus le rang de l'animal est élevé, plus il existe de différences entre les propriétés de ses éléments de tissus. Dans les espèces élevées, des organes spéciaux sont adaptés à chaque fonction spéciale, et dans aucun animal leur nombre n'est aussi grand que chez l'homme. Nous sommes donc pleinement autorisé à dire que dans les organismes supérieurs la fibre musculaire diffère à tous les égards de l'élément nerveux et de la cellule glandulaire, et que des agents qui ne sauraient exercer aucune influence sur les unes peuvent agir très énergiquement sur les autres. Nous sommes convaincu qu'au fond les médicaments aussi bien que les poisons n'agissent primitivement que sur certains éléments histologiques spéciaux, même dans le cas où ils paraissent produire un trouble général de toute l'économie. C'est ainsi que la strychnine localise son action sur les nerfs sensitifs à l'exclusion de tous les autres appareils nerveux. D'un autre côté, le curare concnetre son action sur les nerfs moteurs et les paralyse partout où ils existent ; c'est ainsi qu'il arrête les fonctions les plus indispensables à la vie, sans déterminer la moindre lésion des glandes,

des muscles, des vaisseaux ni des autres tissus de l'économie. Mais l'action des poisons qui circulent dans le sang ne se dirige pas toujours sur le système nerveux; tous les autres tissus, sans en excepter le sang lui-même, ont leurs poisons particuliers, qui modifient leurs propriétés vitales. Ainsi, la digitale et l'upas antiar paralysent la contractilité musculaire; toutefois il existe une différence marquée entre les divers degrés d'intensité que présente l'action de ces poisons sur les diverses espèces de muscles. Nous avons déjà rencontré une différence analogue à l'occasion des propriétés excitantes de l'électricité qui agissent avec une grande puissance sur certains groupes de muscles, et dont l'influence est presque nulle sur des muscles différents. Mais lorsque ces poissons musculaires ont pénétré dans l'économie, le système nerveux peut demeurer absolument intact, et c'est uniquement par l'arrêt du cœur qu'ils arrivent à produire la mort. Une substance d'un genre bien différent, l'oxyde de carbone, respecte à la fois les muscles et les nerfs, elle n'agit que sur les globules du sang qui doivent sans doute être considérés comme des cellules organiques, à l'instar des autres éléments histologiques. L'oxyde de carbone arrivé dans les poumons se fixe sur les globules qui circulent dans les vaisseaux pulmonaires, et telle est son affinité pour eux qu'il se produit un composé chimique stable et que la présence de l'oxygène ne suffit plus à détruire. Voilà comment la fonction si importante qui est dévolue aux globules du sang se trouve abolie d'un seul coup. Voici donc une influence aussi générale, aussi complète que possible et qui s'exerce sur l'économie

tout entière par suite d'une action qui n'atteint qu'un élément unique ; il suffit de modifier ainsi un élément histologique particulier pour priver tous les autres tissus d'un stimulant indispensable. Nous trouvons ici un exemple remarquable du mécanisme par lequel les effets de l'empoisonnement d'un élément finissent par envahir tout l'organisme ; la substance vénéneuse circulant librement dans le sang s'empare de son tissu de prédilection partout où elle le rencontre. Pour en donner un exemple de plus, nous citerons l'action de l'arsenic qui ressemblerait beaucoup, dit-on, à celle que nous venons d'étudier ; l'arsenic se combinerait aux globules comme l'oxyde de carbone, mais sans les priver entièrement de leurs propriétés normales ; il tendrait seulement à diminuer l'activité des échanges qui s'opèrent, entre l'oxygène et l'acide carbonique, par leur intermédiaire. Un pareil état de choses maintenu dans de certaines limites n'est pas entièrement incompatible avec la santé, et peut alors déterminer l'apparition de certains principes en excès dans les tissus, la graisse, par exemple.

L'action des médicaments en général ne doit être envisagée que comme une action élective et spéciale sur les éléments organiques. Les nerfs, les muscles, les globules du sang et tous les autres éléments des tissus sont doués de certaines propriétés vitales que l'intervention de la médecine a pour but de modifier, tantôt pour en accroître, tantôt pour en diminuer l'intensité : et l'action des médicaments ou des poisons ne peut se généraliser que par l'intermédiaire des systèmes vasculaire ou nerveux.

Nous avons déjà dit qu'il existe une profonde différence

entre les fibres motrices et les fibres sensitives, que les vivisections ont mises en pleine lumière; cette différence existe aussi pour les médicaments ou poisons. Si vous injectez du curare dans les veines ou si vous l'introduisez sous la peau d'un animal après avoir lié les vaisseaux d'un membre, les nerfs moteurs seront empoisonnés sur tous les points, et la contractilité musculaire ne pourra plus se réveiller sous leur influence. Il n'y aura d'exception que pour les nerfs moteurs du membre sur les vaisseaux duquel une ligature a été jetée; ils conserveront leurs propriétés physiologiques et provoqueront des contractions toutes les fois qu'on les aura galvanisés ou soumis à l'action de tout autre excitant. Il est évident par là que les nerfs moteurs ne donnent naissance qu'à des phénomènes purement locaux, et sont incapables de généraliser leur action et d'agir les uns sur les autres par l'intermédiaire de l'axe central qui les réunit. Il en est tout autrement pour les nerfs sensitifs. Qu'on fasse pénétrer dans le torrent circulatoire de la strychnine ou tout autre poison qui les tient sous son influence, après avoir lié, comme dans l'expérience précédente, les vaisseaux d'un membre; et l'on verra que l'opération est demeurée impuissante à prévenir les effets du poison; des convulsions se produiront dans le membre opéré, comme sur tous les points où le poison a pénétré directement.

Les diverses substances dont le médecin fait usage n'agissent donc pas sur l'organisme entier; elles n'agissent pas sur les organes ni sur les appareils pris dans leur ensemble, mais sur quelques-uns des éléments histologiques dont ils se composent; ce serait une erreur,

par exemple, de croire que la digitale paralyse le cœur seul ; ce n'est point sur le cœur lui-même, mais sur les fibres musculaires en général, que s'exerce l'action du poison ; seulement cette action est plus grande sur les fibres musculaires de cet organe. Les nerfs, les vaisseaux, et les autres tissus qui entrent dans la composition du cœur demeurent parfaitement intacts.

Il n'y a point lieu, d'ailleurs, de s'étonner de l'énergie foudroyante que manifestent certains poisons, lorsqu'ils sont administrés aux animaux supérieurs, ni de la faiblesse de leur action chez les espèces inférieures. Un oiseau est presque immédiatement frappé de mort par une dose de digitaline qui tue lentement un mammifère de la même taille et ne suffit point pour faire mourir un reptile. Le fait est bien démontré, comme vous le savez, pour d'autres agents toxiques ; les éléments histologiques subissent en effet l'influence des agents extérieurs en raison directe de leur délicatesse ou de leur énergie vitale.

Mais nous voyons non seulement les tissus de divers animaux présenter de grandes différences à cet égard, il en est de même lorsqu'on considère des tissus homologues chez le même individu ; c'est ainsi, comme nous venons de le dire, que la digitaline, longtemps avant de paralyser la contractilité des autres muscles, arrête les mouvements du cœur ; ce résultat peut s'expliquer sans doute par l'incessante activité du muscle cardiaque. Ses fibres, qui de toutes les fibres musculaires sont incontestablement les plus actives dans l'exercice de leurs fonctions, doivent être naturellement celles qui subissent

les premières l'influence nuisible des poisons. Nous savons d'ailleurs, comme je crois vous l'avoir déjà dit, qu'une inégalité frappante se manifeste dans l'impressionnabilité des divers ordres de muscles en présence d'une foule d'excitants divers.

En résumé, vous voyez, messieurs, que les effets généraux des médicaments s'expliquent par les modifications qu'ils impriment aux éléments primitifs dont se composent nos tissus. Il nous reste maintenant à étudier leur action intime.

NEUVIÈME LEÇON

DES SYMPTOMES GÉNÉRAUX DE L'ÉTAT MORBIDE.

SOMMAIRE : Les effets généraux des médicaments et des poisons sont toujours en rapport avec l'activité des vaisseaux et des nerfs. — Il en est de même pour les symptômes généraux de l'état morbide. — Les causes diverses qui peuvent produire la mort ne méritent pas toujours le nom de *maladie*. — Les lésions purement locales sont de ce nombre. — Le mot *maladie* ne doit réellement s'appliquer qu'aux affections générales.—Pour devenir générales, les affections locales doivent emprunter le secours des vaisseaux ou des nerfs. — Rôle des veines dans l'empoisonnement. — Expérience de Magendie. Rôle des artères. — Les poisons ne peuvent agir sur les tissus qu'en traversant les vaisseaux artériels. Ils sont quelquefois éliminés avant d'y parvenir. — L'hydrogène sulfuré en fournit un exemple. — L'élimination se fait alors habituellement par les poumons. — Importance de l'appareil pulmonaire à cet égard. Activité extraordinaire des poisons lorsqu'ils sont absorbés par la surface pulmonaire. — De faibles quantités de poisons peuvent circuler dans le sang sans mettre la vie en danger. — Les effets des poisons peuvent souvent se rapporter à l'intervention directe du système nerveux. — Injections de sable dans les artères. — Résultat de cette expérience. — Les symptômes généraux qui succèdent à l'opération sont supprimés par la section des nerfs sensitifs. — Différences du mécanisme par lequel agissent les nerfs et les vaisseaux en pareil cas. — Les nerfs moteurs peuvent quelquefois produire des symptômes généraux. — Effet de l'irritation des nerfs sensitifs sur la circulation générale. — Effets produits par des causes d'irritation permanente. Effets produits par une plaie ouverte. — Modifications que subissent les nerfs exposés au contact de l'air.

MESSIEURS,

Ainsi que nous vous l'avons dit, dans la leçon précédente, les vaisseaux et les nerfs sont, dans tous les

cas, la voie par laquelle les médicaments et les poisons, lorsqu'ils ont pénétré dans l'économie, peuvent produire des effets qui l'envahissent dans son ensemble. Le rôle qu'ils jouent dans le mécanisme des maladies n'est pas moins important. Les manifestations de l'état morbide sont entièrement placées sous leur dépendance ; car, après tout, les affections purement locales méritent à peine de prendre le nom de *maladies* aussi longtemps qu'elles ne s'accompagnent point de symptômes généraux et qu'elles restent cantonnées dans une région limitée du corps.

Parmi les innombrables agents qui possèdent le pouvoir de détruire la vie, il en est un grand nombre que le médecin philosophe ne saurait regarder comme des agents morbides. Qui songerait en effet à donner ce nom au boulet qui renverse un soldat sur le champ de bataille, ou bien à la foudre qui frappe le laboureur au milieu des champs ? On pourrait en dire autant de toutes les autres causes de mort violente. Or, si nous raisonnons par analogie, ne pourrait-on pas classer dans le même ordre un grand nombre de soi-disant maladies ? Une tumeur située de manière à comprimer la trachée et qui, par ses progrès incessants, finit par suffoquer le malade ; un rétrécissement de l'œsophage qui s'oppose au passage des aliments et finit à la longue par produire la mort par inanition ; ce sont là des obstacles mécaniques qui s'opposent à l'accomplissement des fonctions les plus importantes de la vie et déterminent une mort lente, mais inévitable. Il serait superflu de rapporter ici d'autres faits du même genre.

Le mot *maladie* doit donc s'appliquer à des désordres d'une nature plus générale dont l'existence se manifeste

par des phénomènes qui retentissent sur la totalité de l'organisme. Les résultats des affections locales peuvent, toutefois, se généraliser ; l'expérience journalière nous l'apprend, et il suffit de vous rappeler les effets bien connus des plaies et des blessures pour vous convaincre que les causes locales peuvent être souvent le point de départ de maladies générales. Les résultats de nos expériences physiologiques sont à cet égard parfaitement d'accord avec l'observation clinique. Si, par exemple, vous introduisez un poison sous la peau d'un animal, son action, pendant quelques instants, sera limitée à un point donné, mais, dans un court espace de temps, ses effets se feront sentir dans toute l'étendue de l'économie. Comment expliquer de pareils faits? tel est le problème dont nous allons chercher la solution. La question, comme vous le voyez, a été nettement posée.

Il est incontestable que les substances toxiques ne peuvent agir sur les tissus qui composent l'organisme sans avoir été préalablement absorbées; mais lorsque, sous leur influence, des phénomènes généraux se produisent, les vaisseaux ou les nerfs ont évidemment joué un certain rôle. Les systèmes vasculaires et nerveux, comme vous le savez, jouissent seuls du privilège de former une chaîne non interrompue dans le corps vivant, et la physiologie fournit dans ce cas un appui direct aux déductions tirées de nos connaissances anatomiques. Les expériences bien connues de Magendie ont démontré qu'après avoir injecté un poison quelconque dans un membre, on peut en suspendre indéfiniment les effets généraux en liant les veines qui mettent la partie empoisonnée en rapport avec

le reste de l'économie. On pourrait de cette manière prolonger presque indéfiniment la vie de l'animal. Mais, dès que les ligatures sont retirées, le poison pénètre dans le torrent circulatoire et donne lieu à une série de phénomènes généraux qui se terminent par la mort. Le fait est bien connu aux habitants des pays tropicaux qui, lorsqu'ils ont été mordus par un serpent venimeux, appliquent une ligature serrée sur le membre pour s'opposer à la pénétration du poison dans le sang jusqu'au moment où des remèdes convenables ont été appliqués.

Les veines sont les organes qui absorbent et transportent au centre circulatoire les substances vénéneuses aussi bien que les éléments ordinaires de la nutrition; mais les vaisseaux qui les distribuent dans les profondeurs de nos tissus et de nos organes appartiennent, comme vous le savez, au système artériel. Nous voyons donc que, lorsque des symptômes généraux ont été développés de cette manière, les deux grandes divisions du système vasculaire ont pris une part égale à la production de ces désordres. Il peut se faire, cependant, qu'un principe nuisible qui circule dans les veines soit éliminé pendant le trajet. C'est ce qui se produit, par exemple, pour l'hydrogène sulfuré, l'un des gaz les plus dangereux qui nous soit connu. Injecté dans les veines, il s'échappe par les poumons, et ne pénètre pas, par conséquent, dans le courant artériel. Aussi l'animal n'éprouve-t-il aucun accident par suite de cette expérience; le poison a été expulsé avant de parvenir aux tissus dont son contact aurait troublé les fonctions.

La surface interne des poumons est peut-être la plus

énergique de toutes les surfaces absorbantes, et les poisons qui sont directement mis en contact avec elle produisent un effet plus instantané que lorsqu'ils sont déposés sur tout autre point : pénétrant en quelque sorte au cœur même du système artériel, ils arrivent immédiatement dans la circulation sans qu'il soit possible de les expulser. C'est ainsi que l'hydrogène sulfuré, lorsqu'il est introduit dans les poumons, détruit la vie en quelques secondes, tandis que le même gaz existe en quantités considérables dans diverses parties du tube intestinal et circule même dans les veines sans produire aucun inconvénient. Il faut, bien entendu, se rappeler que la présence d'un poison dans le corps vivant ne crée aucun danger aussi longtemps qu'il n'en existe pas une quantité suffisante à un moment donné. De faibles doses des substances les plus dangereuses peuvent être successivement injectées dans les vaisseaux à des intervalles suffisamment éloignés avec l'impunité la plus absolue. Pour apprécier les propriétés délétères des substances vénéneuses, il ne faut absolument tenir compte que de la quantité contenue à un moment donné dans le sang.

Mais il existe un autre système organique par lequel le pouvoir de ces agents peut se faire sentir à toute l'économie, nous voulons parler du système nerveux. La différence essentielle qui distingue les nerfs sensitifs des nerfs moteurs a été établie dans notre leçon précédente. Les fibres centripètes destinées à transmettre aux parties centrales les impressions produites à la surface du corps, sont également douées du pouvoir de communiquer des impulsions morbides à l'organisme tout entier. Les

preuves expérimentales ne font pas défaut ici; nous avons injecté un jour du sable fin dans l'artère fémorale d'un chien; cette poussière déliée parvint naturellement aux vaisseaux capillaires et les obstrua de manière à s'opposer au passage du sang. Une sensation de douleur aiguë se développa sur-le-champ, et bientôt on vit apparaître une réaction générale très énergique. Le système veineux n'avait pas été dans ce cas la voie de transport de l'action morbide, le sable ne pouvant pas traverser les capillaires. Nous voyons donc que dans ce cas la fièvre, la perte d'appétit, le malaise général, et d'autres effets physiologiques ont été exclusivement produits par l'influence du système nerveux; et une autre expérience vient compléter la démonstration; quand les racines antérieures qui se distribuent au membre affecté ont été coupées, une paralysie complète du mouvement en est le résultat naturel. Mais, la sensibilité ayant été entièrement conservée, la douleur est perçue comme toujours et les conséquences demeurent exactement les mêmes. Que l'on coupe au contraire les racines postérieures, et l'on verra disparaître tous les symptômes généraux. Le mouvement pourra être conservé, mais la douleur a disparu et des phénomènes d'un ordre purement local tels que l'œdème partial du membre, un certain degré de refroidissement et les autres signes d'une circulation interrompue sont les seuls phénomènes constatés. Quand les nerfs sensitifs ont été respectés, l'intensité de la réaction fébrile qui se produit est quelquefois assez énergique pour déterminer la mort.

Les affections locales sont donc entièrement distinctes

des vraies maladies, et, lorsqu'elles se généralisent, l'impulsion morbide a été communiquée à l'économie par l'un des deux grands systèmes vasculaire ou nerveux qui en parcourent toute l'étendue ; mais par cette portion de chacun de ces deux systèmes qui s'étend de la surface au centre et non par celle qui va du centre aux extrémités. Les veines transportent la substance nuisible *en personne* dans la circulation, s'il nous est permis de nous exprimer ainsi, tandis que les nerfs ne transmettent que leur état, ou autrement dit des impressions d'une espèce particulière.

Nous venons de dire que les fibres sensitives jouissent seules de ce pouvoir ; cependant, dans quelques cas, les branches motrices paraissent en jouir à leur tour. Ce fait singulier mérite une explication. Lorsqu'un nerf sensitif a été coupé, son extrémité centrale conserve ses propriétés spéciales, tandis que la portion périphérique du nerf est entièrement privée de sentiment, et demeure insensible en présence des excitations les plus énergiques. Le contraire a lieu par rapport aux fibres motrices ; après avoir divisé le tronc nerveux, l'extrémité périphérique conserve seule le pouvoir d'arracher des cris de douleur lorsqu'elle est irritée ; tandis que la partie centrale demeure privée de tout sentiment. Cette propriété extraordinaire des fibres motrices a reçu le nom de *sensibilité récurrente;* on l'attribue en général à certaines fibres sensitives qui, s'inclinant de nouveau pour rejoindre leur source, suivent le trajet des nerfs moteurs, mais en sens opposé; car, aussitôt que la racine correspondante a été détruite, toute sensibilité disparaît

dans les fibres motrices. Tel est le procédé, pour ainsi dire, qui permet aux nerfs moteurs de s'emparer des propriétés de leurs congénères et de réunir entre elles, à l'état morbide, des régions fort éloignées du corps. Il resterait à se demander comment les impressions transmises par les nerfs sensitifs peuvent déterminer un désordre assez profond pour donner naissance sur plusieurs points à des lésions anatomiques; mais la physiologie nous en donne encore la clef.

Après avoir mis à nu l'artère carotide primitive chez un chien, si l'on introduit un cardiomètre dans le vaisseau et si l'on excite un nerf sensitif, l'élévation immédiate du liquide dans le tube et l'augmentation soudaine de la rapidité du pouls viennent démontrer l'influence générale exercée par les nerfs sensitifs sur l'économie tout entière. Mais, si nous supposons qu'il existe une cause permanente d'excitation, ce qui a lieu par exemple dans les inflammations locales, il en résultera une accélération constante du pouls, et la fièvre ne tardera pas à se développer avec toutes ses conséquences. Quand il existe des plaies et des surfaces ouvertes, on y trouve une nouvelle cause d'irritation; vous savez certainement qu'un nerf exposé pendant quelque temps au contact de l'air se gonfle, devient dur et brillant, et jouit pendant un certain espace de temps d'une exagération notable de la sensibilité. Telle est sans doute la cause réelle de ces douleurs exquises qui, dans le cours de certaines maladies, attaquent les tendons, les ligaments, les membranes fibreuses et d'autres parties également dépourvues de sensibilité à l'état normal. Un travail analogue se produit,

sans doute, dans les plaies récentes qui sont exposées au contact de l'air. Pendant les premiers instants, les lèvres de la plaie n'ayant pas été modifiées encore par l'irritation extraordinaire dont elles sont devenues le siège, aucune augmentation de la douleur ne se manifeste, aucune réaction fébrile ne se montre. Mais lorsque après un court espace de temps — quelques heures, dans certains cas, quelques minutes dans d'autres — les extrémités des nerfs coupés sont devenues irritables et se sont tuméfiées, tous les symptômes d'une maladie générale se développent à la fois.

DIXIÈME LEÇON

DES EFFETS LOCAUX DES MALADIES GÉNÉRALES.

SOMMAIRE : Influence du système nerveux sur les symptômes généraux de toutes les maladies. — Les glandes sont de deux espèces. — Celles qui séparent du sang les matériaux de leur sécrétion, et celles qui versent leurs produits dans le milieu circulatoire. — L'influence nerveuse agissant sur la sécrétion peut empoisonner la masse totale du sang. — Les maladies doivent toujours être considérées comme la conséquence de lésions matérielles. Les propriétés vitales ne sont que les propriétés physiques et chimiques de la matière vivante. — Doctrine de Pinel et de Broussais sur les fièvres. — Tendances actuelles de la science. — Impossibilité de décider la question si les altérations morbides sont la cause ou l'effet des maladies. — Les fièvres éruptives sont un exemple de lésions locales consécutives à une maladie générale. — Rapports intimes entre les symptômes généraux et locaux. — Rôle du grand sympathique dans l'inflammation. — Ce rôle paraît se rapporter à la pathologie vasculaire. — Modifications inflammatoires de la fibrine. — Effets de ce changement sur les globules du sang. — Formations de dépôts putrides dans les vaisseaux. — Leurs effets sur l'économie tout entière. — La fièvre n'est pas le seul seul mode par lequel les affections générales produisent des lésions locales. — Injections de carbonate d'ammoniaque dans les veines. Ses effets comparés à ceux des fièvres éruptives. — Nature de semblables lésions. — Elles doivent être considérées comme purement mécaniques.

Messieurs,

Dans notre dernière leçon nous avons voulu établir que les affections, lorsqu'elles ne sont pas accompagnées de symptômes généraux, ne peuvent pas être envisagées comme de vraies maladies, et que les vaisseaux et les nerfs sont invariablement le chemin par lequel des affec-

tions engendrées sur un seul point parviennent à s'emparer de l'organisme tout entier.

Les diverses glandes disséminées dans toute l'étendue du corps doivent être divisées en deux grandes classes : celles qui retirent du sang certains principes particuliers qui communiquent à chaque sécrétion ses propriétés individuelles, et celles qui paraissent au contraire sécréter le sang lui-même, si je puis me servir de cette expression, ou qui sont destinées en d'autres termes à enrichir le fluide circulatoire de produits élaborés à l'intérieur de leur tissu. Telles sont les glandes hémopoétiques au nombre desquelles il faut ranger la rate, le thymus, les capsules surrénales, et d'autres organes riches en vaisseaux qui ne possèdent aucun canal excréteur. Les poumons, au sein desquels s'opère le grand travail de l'oxygénation du sang, représentant le type le plus complet des glandes de cette espèce, et le foie, qui, si nous considérons la sécrétion biliaire, appartient à la première classe, se rattache également à la seconde par la glycose qu'il produit. Or l'influence directe des fibres motrices sur la sécrétion est bien démontrée, tandis que les fibres sensitives ont la propriété de réagir indirectement en portant d'abord les effets sur les nerfs moteurs. Nous sommes donc naturellement amenés à conclure que des affections limitées au début à un point particulier de l'organisme peuvent souvent empoisonner le sang par une sécrétion vicieuse, qui porte ensuite ses effets délétères sur le système tout entier.

Mais les maladies, quelque générale que soit leur nature, doivent toujours se rattacher à des altérations matérielles se produisant dans nos organes. Nous devons

regarder les propriétés vitales non comme des puissances indépendantes de la matière, mais comme les résultats naturels des propriétés physiques et chimiques de la matière. C'est ainsi que la force contractile dans les muscles reconnaît pour cause une propriété matérielle déterminée; et, de la même manière, les propriétés générales du système nerveux se rattachent aux propriétés physico-chimiques que possède individuellement chaque fibre. Les notions physiologiques anciennes différaient sur ce point de celles qui sont admises aujourd'hui. Pinel soutenait encore la doctrine des fièvres essentielles. Broussais s'efforça de prouver que des lésions anatomiques en étaient invariablement la cause, bien qu'il soit souvent difficile de les constater, et la science marche aujourd'hui dans la même voie. C'est exclusivement dans les propriétés physico-chimiques de la matière que siègent les causes des phénomènes, que cette matière appartienne au monde organique ou inorganique. C'est là que s'arrête notre investigation, la cause première des propriétés dont jouit la matière nous sera toujours inconnue ; le problème dépasse les bornes de l'entendement humain.

Il n'existe donc aucune maladie qui ne se rattache à une lésion locale des propriétés vitales ; mais, ce grand principe une fois établi, nous sommes souvent embarrassés pour savoir si les désordres qui se présentent à nous dans les organes des sujets qui succombent à de certaines affections sont la cause ou la conséquence de la maladie. Ainsi, pour en donner quelques exemples, l'hypertrophie de la rate, qui accompagne habituellement la fièvre intermittente, et les ulcérations intestinales, qui coïncident avec la fièvre

typhoïde, sont considérées par quelques médecins comme la cause et par d'autres comme la conséquence de la maladie. La physiologie nous montre que dans un grand nombre de cas les lésions anatomiques sont les effets de l'état morbide au lieu d'être les sources latentes qui lui ont donné naissance; mais cette cause latente n'en existe pas moins, et elle ne peut être qu'une modification matérielle. Rappelons-nous un instant les symptômes de la maladie artificiellement produite par l'injection du sable dans les capillaires; une fièvre intense se développe bientôt, par le simple effet de la sensibilité nerveuse. Or, dans ce cas, la fièvre n'est pas *essentielle :* une cause que nous connaissons l'a mise en action; mais, dans ces conditions, quelle modification s'est produite dans le système nerveux? Nos moyens d'investigations sont encore impuissants à nous montrer la différence entre un nerf à l'état normal et un nerf profondément irrité par des agents extérieurs. Ne nous affligeons pas trop de notre ignorance à cet égard, ce n'est point une honte pour les sciences médicales. En effet, aucune branche des connaissances humaines n'est exempte de semblables difficultés; un physicien ne peut pas saisir la différence matérielle entre l'état moléculaire d'un aimant et celui d'une simple barre d'acier. La seule conclusion à déduire des considérations qui précèdent, c'est que nous n'avons jamais le droit, même dans les cas les plus embarrassants, d'admettre l'existence d'un symptôme physiologique qui ne résulterait d'aucune cause matérielle; seulement les imperfections de nos connaissances actuelles d'un côté, celles de l'esprit humain de l'autre, nous mettent dans l'impossibilité de saisir

dans tous les cas les rapports mutuels qui les unissent.

Les conséquences de la maladie sont donc des lésions anatomiques fort diverses, qui ne doivent pas toutes être envisagées comme le point de départ de la série morbide. Dans les fièvres éruptives, la seule lésion caractéristique qui nous soit connue est un exanthème cutané. Personne, toutefois, ne songerait à décrire les pustules de la variole comme la source cachée de cette affection générale. Nous sommes donc amenés par une série de raisonnements naturels à nous demander comment les maladies générales deviennent des lésions locales, après nous être préoccupé de la manière dont les affections locales se généralisent. Ces deux questions présentent en effet les rapports les plus intimes.

Lorsqu'on introduit un poison dans l'économie et que l'animal meurt, il se produit une série de phénomènes morbides qui ne nous laissent pas de traces par des produits pathologiques visibles au moment de l'autopsie. Mais dans le cas le plus simple de tous en apparence — celui de la fièvre — ne savons-nous pas qu'une plaie souvent insignifiante suffit pour amener la formation de produits pathologiques, et si l'animal se trouve dans de mauvaises conditions, ne succombe-t-il pas quelquefois à la réaction générale? Et ne voit-on pas alors des altérations locales se produire, une pneumonie, par exemple? La localisation de ces états morbides tient, selon nous, à une grande modification nerveuse, et nous nous sommes assuré qu'il suffit en pareil cas, pour localiser la maladie sur un organe déterminé, de couper les rameaux correspondants du grand sympathique. Nous trouvons

donc deux termes séparés dans cette évolution morbide : d'abord, une affection locale qui se généralise, et ensuite une affection générale qui se fixe sur un point particulier.

Mais maintenant comment des lésions locales, la congestion, l'inflammation, la suppuration, peuvent-elles s'expliquer lorsqu'elles se développent sur un point sous l'influence de causes générales? La circulation a été évidemment troublée en cet endroit, et l'on peut supposer que le grand sympathique, qui présente des rapports si intimes avec la pathologie vasculaire, a été l'élément organique qui a développé les conditions morbides. Les ramifications du système ganglionnaire suivent les vaisseaux dans tous les organes auxquels ils se distribuent, et, dans l'inflammation, les capillaires deviennent le siège de phénomènes spéciaux. La circulation est d'abord accélérée par l'élargissement des vaisseaux, puis retardée par leur obstruction ; la fibrine s'accumule dans les petits vaisseaux et finit par oblitérer leur lumière. Le point sur lequel l'oblitération s'est développée est reconnu comme le siège primitif de l'inflammation. La couenne fibrineuse qui se forme à la surface du caillot, après une saignée, est un symptôme regardé comme caractéristique dans les maladies inflammatoires. Mais comment expliquer la formation de cette couenne? Pourquoi le sang ne se coagule-t-il pas comme à l'état normal? Une modification dans la densité de la fibrine que le plasma sanguin contient a dû évidemment se produire, puisqu'au lieu d'emprisonner dans ses mailles les globules sanguins, comme à l'ordinaire, elle s'élève à la

surface du liquide par suite de la diminution de son poids spécifique. On peut supposer que telle est la cause des caractères que présente le caillot, car il est admis que la fibrine dissoute dans le sang, dont elle augmente la densité, est destinée à maintenir en suspension les corpuscules sanguins. Nous les voyons, en effet, tomber au fond d'un vase qui contient du sang défibriné, laissant au-dessus d'eux le sérum complètement incolore. Il est donc permis de croire que dans les inflammations la fibrine du sang est modifiée, et que l'altération des parois vasculaires détermine sa facile coagulation.

Quand nous examinons sous le microscope la circulation capillaire, nous voyons les globules occuper diverses positions; les uns adhèrent aux parois vasculaires, les autres se meuvent rapidement dans le torrent sanguin. Après avoir injecté dans les artères une quantité considérable de sang défibriné, M. Poiseuille a vu les globules former en quelque sorte un précipité dans les petits vaisseaux comme s'ils obéissaient aux lois ordinaires de la pesanteur; des obstructions plus ou moins étendues se produisaient rapidement de cette manière. En supposant qu'il n'y eût aucune prédisposition spéciale dans l'économie, les poumons et le foie deviendraient nécessairement le siége principal de ces oblitérations, grâce à l'organisation si vasculaire de leur parenchyme. Par ce raisonnement, nous pouvons aisément comprendre la formation de dépôts vasculaires, sur divers points du corps, sous l'influence d'une simple modification des propriétés physiques de la fibrine, quand il existe de l'inflammation. Mais, lorsque le sang cesse de circu-

ler au sein de nos tissus, dont la température est toujours assez élevée pour favoriser l'action des affinités chimiques, une décomposition putride des globules ne tarde pas à se produire. On le prouve aisément en laissant reposer du sang défibriné dans un vase à la température de 35 degrés centigrades. Les globules s'accumulent au fond du vase; le sérum qui en occupe les parties supérieures ne subit encore aucune altération, mais que l'on retire à l'aide d'une pipette une certaine quantité de ce liquide du voisinage immédiat des globules, et l'on y trouvera de l'hydrogène sulfuré et d'autres produits de décomposition.

Cherchons maintenant ce qui doit probablement résulter de l'accumulation de ces dépôts putrides au sein des principaux organes. Il en résulte d'abord une irritation locale, et cette irritation locale, réagissant à son tour sur l'ensemble de l'économie par les nerfs sensitifs, détermine de nouveau des troubles généraux. Si nous ajoutons qu'il en résulte encore l'appauvrissement du sang, et une nutrition imparfaite laissant manquer les tissus d'éléments réparateurs, personne ne saurait s'étonner de voir une réunion aussi imposante de phénomènes morbides aboutir à la mort. Nous concevons donc une série complète de symptômes pathologiques se développant souvent à la suite d'une irritation purement locale et poursuivant son cours naturel, le point de départ étant une fois donné.

Mais on peut voir des maladies générales se manifester sans être précédées par des troubles locaux. Qu'on injecte, par exemple, une forte dose de carbonate d'ammoniaque dans les veines d'un chien; après avoir éprouvé un ma-

laise considérable pendant un certain temps, l'animal se rétablit par l'élimination graduelle de la substance nuisible. Dans ce cas, nous trouvons un exemple d'une affection générale sans aucune manifestation locale préalable ; mais les effets locaux, quand il y en a, arrivent consécutivement. Dans les fièvres éruptives, ainsi que nous l'avons déjà dit, un processus analogue pourrait avoir lieu; une substance irritante est éliminée par la peau, en y laissant les traces de son passage. Ce serait donc là une action d'ordre purement mécanique qui nous présenterait des analogies avec les faits que nous avons étudiés dans une des leçons précédentes.

Il nous reste, messieurs, à examiner l'influence des agents venus de l'extérieur sur les éléments histologiques des tissus vivants et les modifications qui en sont la conséquence; et, en poursuivant cette étude, nous serons frappés de la différence que présentent les divers organes considérés soit aux divers degrés de l'échelle animale, soit chez des animaux de la même espèce, soit enfin chez le même individu lorsque nous comparerons un appareil à un autre. Lorsque nous aurons constaté dans quelle étendue et avec quelle intensité ces éléments peuvent être modifiés par les agents médicamenteux, nous serons prêts à étudier les procédés par lesquels la médecine parvient à lutter contre la maladie et quelquefois à la vaincre.

ONZIÈME LEÇON

DE L'ANALOGIE ENTRE L'ACTION DES CAUSES MORBIDES ET CELLE DES POISONS.

SOMMAIRE : Réflexions générales sur les caractères essentiels des causes morbides. — Comme tous les agents extérieurs au corps, elles doivent être examinées ou étudiées dans leur action physiologique. — Les reproches adressés aux médecins à l'égard de leur ignorance par rapport aux causes des phénomènes biologiques sont mal fondés. — Certaines questions ne peuvent point recevoir de réponse scientifique. — Nous ne pouvons pas connaître le pourquoi des choses. — Les résultats pratiques sont toujours en rapport avec la partie accessible des questions scientifiques. — L'action des causes morbides peut se comparer à celle des poisons. — Curare. — Strychnine. — Fait singulier d'empoisonnement par l'arsenic rapporté par Corvisart. — Comment les diverses maladies produisent-elles la mort? — Autopsie rationnelle. — Elle consiste à examiner successivement et physiologiquement tous les tissus et liquides organiques. — Le foie ne contient plus de substance glycogène à la fin de plusieurs maladies. — Insuffisance des autopsies cadavériques telles qu'on les pratique habituellement. — Conclusions pratiques à déduire des réflexions précédentes. Idée erronée du pouvoir exercé par la nature sur l'homme. — Nécessité de comparer les recherches expérimentales aux observations cliniques et de comparer les tissus sains aux tissus pathologiques. — Les effets des principes morbides peuvent être combattus de deux manières : 1° en neutralisant le principe ; 2° en l'éliminant. — Ce dernier moyen d'action est celui qui est le plus à notre portée.

Messieurs,

Les notions générales qui jusqu'ici ont servi de base à nos études sont entièrement tirées du parallèle que nous avons établi au commencement de ces leçons entre

la physiologie et la pathologie. Nous avons cherché à démontrer que la physiologie, surtout dans ces derniers temps, ayant rapidement dépassé sa sœur aînée, peut aujourd'hui lui rendre les secours qu'elle en recevait autrefois. Nous allons pénétrer dans le domaine spécial de la pathologie et commencer l'étude des causes morbides. La méthode d'investigation qui nous a guidé jusqu'à ce point devra continuer encore à diriger nos recherches. Étudier le mécanisme des phénomènes normaux et le mode d'action de leurs causes naturelles, déduire de la connaissance de ces faits les rapports qui les rattachent aux phénomènes morbides, tel sera toujours notre but; nous ne chercherons point à résoudre, comme on l'essayait autrefois, les questions abstraites d'origine ou d'essence des maladies, qui dépassent les limites que doit s'imposer la science. Dans notre première leçon, nous vous avons exposé l'évolution régulière qui conduit une science, pas à pas, de son berceau à son plus haut degré de développement. Et vous avez vu que, dans toutes les branches du savoir, les progrès de l'esprit humain s'arrêtent à une certaine limite. Lorsque nous arrivons à ce point, dit Bacon, la nature devient sourde et ne répond plus à nos questions.

L'ignorance des médecins à cet égard a été souvent l'objet de réflexions ironiques, et vous connaissez tous la réponse d'une naïveté comique que Molière place dans la bouche de son candidat médecin, auquel on pose la question : *Quare opium facit dormire? Quia,* répond-il, *est in eo virtus dormitiva.* Mais, pour rendre justice aux sciences et à ceux qui les cultivent, une question scienti-

fique ne doit jamais être posée dans de pareils termes, car de cette manière on pourrait juger et condamner chacune des branches de la science moderne. Si, par exemple, on nous demande pourquoi les corps pesants gravitent vers le centre de la terre, nous sommes également obligés de répondre que c'est parce qu'il existe une force de gravitation. La loi formulée par Newton nous a montré comment agit la force de gravitation, sans jeter aucune lumière sur la nature intime de cette puissance. Il serait donc aussi injuste qu'irrationnel de reprocher aux sciences biologiques une imperfection inhérente à toutes les connaissances humaines. Contentons-nous de chercher à savoir comment les poisons ou les causes morbides produisent la mort ou les maladies, et comment la médecine peut y remédier. Il ne nous a pas été donné de savoir *pourquoi* les phénomènes existent, mais seulement leur mécanisme, c'est-à-dire le *comment* ils existent.

Nous aurons donc pour but d'examiner, dans l'expression naturelle de leur évolution et de leur mécanisme, les phénomènes qui se produisent à l'intérieur du corps vivant par suite de l'ingestion de substances étrangères, afin de comprendre le mode d'action qui leur permet de produire sur toute l'économie des effets tantôt nuisibles, tantôt salutaires. Nous avons constaté, par exemple, que le curare paralyse les nerfs moteurs, et dès lors nous comprenons qu'il doive suspendre tous les mouvements, arrêter la respiration et produire ainsi la mort par asphyxie. La conséqnence pratique de cette connaissance, c'est qu'en insufflant artificiellement de l'air dans les poumons pendant un espace de temps suffisant, on fait vivre l'animal

jusqu'à ce que le poison ait été éliminé et que le danger ait disparu. Or, il en sera de même pour toutes les substances toxiques qui ne produisent aucune désorganisation des tissus. Dans l'empoisonnement par la strychnine, les excitations extérieures provoquent perpétuellement des actions réflexes et produisent ainsi des convulsions qui se terminent par la mort. Si l'on paralyse modérément les nerfs moteurs avec le curare, ou si l'on éloigne avec précaution toutes ces causes irritantes qui agissent inévitablement sur l'animal abandonné aux chocs extérieurs, on évite tout danger, et l'animal se rétablit lentement pourvu que la dose de poison n'ait pas été trop forte. Placez une grenouille sous une cloche en verre dans un lieu isolé, après l'avoir empoisonnée avec une dose modérée de strychnine ; l'animal se rétablit parfaitement s'il reste assez longtemps dans cette position, tandis qu'une autre grenouille, empoisonnée dans des conditions identiques, succombera à des convulsions violentes si elle reste exposée à des excitations répétées.

Tel est, messieurs, le mode de raisonnement que nous appliquons aux questions physiologiques; une méthode absolument semblable doit être suivie dans les recherches cliniques, car rien ne ressemble d'aussi près à l'action des poisons que celle des causes morbifiques, et la connaissance exacte de l'évolution d'une maladie nous indique en même temps le mécanisme de la guérison. Toutefois ces mécanismes peuvent offrir des circonstances tout à fait accidentelles. Corvisart, dans son ouvrage célèbre sur les maladies du cœur, rapporte l'observation d'une jeune fille qui tenta de se suicider en prenant une

dose très considérable d'arsenic; c'était une sorte de bouillie d'acide arsénieux. Des symptômes d'empoisonnement se produisirent; il y eut des signes d'une violente inflammation de l'estomac, mais la malade se rétablit néanmoins. Quelques mois plus tard elle mourut de phthisie pulmonaire; à l'autopsie, on trouva dans l'estomac un kyste pseudo-membraneux au centre duquel existait une masse d'acide arsénieux qui aurait suffi pour empoisonner plusieurs personnes. C'était évidemment une partie du poison ingéré qui était devenue inerte dans cette cavité accidentelle, où l'avaient enfermée les produits d'une violente inflammation qu'elle avait elle-même déterminée.

Si nous cherchons à nous rendre compte du mécanisme de la mort dans un grand nombre de maladies, nous serons toujours obligés d'en arriver à l'analyse physiologique des phénomènes, qui seule peut nous dévoiler les rapports qui relient les effets généraux avec les conditions morbides élémentaires, pour expliquer le mécanisme qui aboutit finalement à la terminaison fatale. De nombreux sujets meurent par exemple de péritonite, et dans un court espace de temps. Comment expliquer ce résultat? Le péritoine, au premier abord, ne semble intervenir dans aucune des fonctions essentielles à la vie. L'inflammation des poumons ou de la plèvre produit souvent la mort au bout de quelques jours, et, bien que les fonctions respiratoires soient évidement gênées en pareil cas, l'asphyxie pure et simple n'est pas habituellement la cause unique de la mort dans la pneumonie aiguë. Dans d'autres affections, qui se terminent rapidement par la mort, l'homme ou l'animal, quoique privé de nourriture

ne meurt évidemment pas d'inanition; la durée de la maladie n'est pas assez longue pour justifier une supposition pareille.

Pour procéder à l'analyse physiologique dont nous parlions tout à l'heure, il faut examiner successivement et rationnellement les propriétés vitales de tous les tissus chez l'animal, au moment même de la mort, afin de reconnaître le tissu qui a perdu ses propriétés et saisir ainsi le mécanisme qui a produit la mort. Les nerfs, les muscles, les glandes, le sang, en un mot les solides et les liquides de l'économie devront être soumis à une étude physiologique immédiate. On recherchera des modifications chimiques survenues dans les organes. S, par exemple, on soumet à l'analyse chimique le tissu du foie, on s'aperçoit souvent qu'il ne renferme plus de matière glycogène; la disparition complète de cette substance serait, d'après nous, l'une des causes les plus fréquentes de la mort; chez les animaux l'abstinence prolongée pendant plusieurs jours ne suffit pas seule à faire disparaître le sucre dans le sang. Donc la vie ne s'éteint par l'introduction de principes délétères dans l'organisme que parce que certains éléments indispensables ont perdu leurs propriétés vitales.

On voit par ce simple énoncé combien les autopsies cadavériques, telles qu'on les pratique ord nairement chez l'homme, répondent peu aux exigences de la science. On ne rencontre que des lésions locales cadavériques, tandis que le mécanisme physiologique et les désordres généraux qui en résultent passent inaperçus : et même, en supposant que l'on ait soupçonné leur existence pen-

dant la vie, il est impossible d'en retrouver les traces vingt-quatre heures après la mort, époque avant laquelle il n'est pas permis de toucher au cadavre. Or, nous savons que si les propriétés des tissus persistent pendant très peu de temps après une mort violente, elles disparaissent inévitablement quelques heures après une mort lente. L'excitabilité galvanique des muscles et des nerfs, par exemple, disparaît très rapidement dans l'organisme animal; d'où il résulte que si les effets du curare, de la digitale et de certains autres poisons dont l'action porte tout spécialement sur ces tissus, n'avaient dû être éclairés que par des autopsies faites chez l'homme, les lésions physiologiques produites auraient été pour toujours dérobées nos recherches.

Étudier la matière vivante dans ses diverses propriétés, tel est le seul moyen que nous possédons d'en tirer parti au profit de la médecine. Les progrès extraordinaires de la science et de l'industrie dans le cours du siècle où nous vivons et la puissance étonnante qui se trouve ainsi mise à notre disposition, ont été conquis par l'étude des propriétés de la matière brute qui nous a permis de saisir les secrets des opérations de la nature. Mais on se fait à cet égard une orgueilleuse illusion que je veux vous enlever. Nous entendons dire à chaque instant que l'homme est maître des éléments; que le feu, l'eau, la vapeur, l'électricité et toutes les forces naturelles obéissent à sa volonté. Or, c'est précisément l'inverse qu'il faudrait dire pour être dans la vérité. Nous n'agissons sur la nature qu'en obéissant à ses lois, et comme l'exprime très justement un aphorisme médical : *Naturæ non imperat nisi parendo.*

Nous n'étendons d'ailleurs notre puissance sur les phénomènes naturels que jusqu'au point où notre connaissance s'arrête. Dès qu'il survient quelque chose d'inconnu ou d'imprévu, nous sommes déroutés et notre puissance cesse. Un phénomène singulier, qui se voit rarement aux latitudes où nous vivons, vient de nous en donner une preuve frappante. Pendant l'aurore boréale qui s'est produite à Paris l'été dernier, des perturbations étranges et inexplicables sont venues entraver l'action des fils télégraphiques. L'agent électrique ne parvenait plus à destination, et pendant quelque temps il devint impossible d'envoyer des nouvelles entre Paris et les autres villes de l'empire. L'impossibilité de gouverner la nature s'est nettement manifestée dans ce cas particulier, car si nous avions connu la loi qui présidait aux manifestations inattendues de cette cause inconnue, il eût été possible d'obvier aux inconvénients qu'elle nous a forcés de subir. La position du médecin en présence d'une maladie est exactement la même. Tant que nous ignorons la loi des phénomènes, il nous est impossible d'en prévoir ou d'en modifier le cours. C'est l'étude attentive du mécanisme des maladies qui seule nous permettra d'intervenir au moment opportun.

Il est donc indispensable, ainsi que nous vous l'avons dit dans une leçon précédente, de combiner les recherches expérimentales avec l'observation clinique ; de créer artificiellement des maladies par des moyens connus d'avance chez des animaux vivants, et de pratiquer immédiatement après la mort des autopsies physiologiques rationnelles. Tous les tissus malades devront être successivement com-

parés aux tissus normaux, et l'état du sang mérite une attention toute spéciale. Les efforts de tous les physiologistes devraient se concentrer sur ce point. La chimie organique ne peut pas nous fournir des données suffisantes; elle n'est malheureusement pas très avancée, surtout pour ce qui touche les propriétés des éléments qui composent l'organisme vivant. Ce ne sera, par conséquent, pas tant l'analyse chimique du sang qu'il faudra faire que son analyse *physiologique* qui nous apprendra ses propriétés vitales. Que l'on mette en jeu les propriétés vitales du système nerveux, et l'on pourra constater des modifications de la plus haute importance que ni l'anatomie pathologique, ni les moyens ordinaires d'analyse chimique ne nous auraient jamais fait connaître. Il en est de même pour les muscles; empoisonnés par certaines substances, ils perdent leur contractilité, sans que la chimie puisse encore nous en rendre compte d'une manière satisfaisante. Il est donc naturel de supposer qu'à l'état de maladie comme à l'état de santé, le sang peut offrir des modifications qu'il n'appartient qu'au physiologiste de découvrir et d'apprécier. Si, par exemple, l'animal a respiré de l'oxyde de carbone, le globule sanguin est privé de l'une de ses propriétés les plus essentielles, c'est-à-dire du pouvoir d'absorber de l'oxygène en éliminant de l'acide carbonique. C'est l'expérimentation physiologique qui nous démontre d'abord le fait, mais l'analyse chimique pourra nous fournir plus tard la clef du problème. Nous sommes loin de vouloir décourager les recherches chimiques qui, dans ces derniers temps, ont été entreprises sur la composition du sang; elles méri-

tent, au contraire, de recevoir les plus grands développements. Mais, isolées des expériences pratiquées sur l'animal vivant, leurs résultats ne contribueraient guère au véritable progrès de la science médicale.

C'est cette étude physiologique et chimique des causes morbifiques qui pourra seule nous faire comprendre le mécanisme des maladies et nous indiquer les moyens qui permettront de les guérir. Deux méthodes différentes paraissent pouvoir atteindre ce dernier but : la première consisterait à neutraliser chimiquement les principes nuisibles, la seconde à les éliminer. Dans l'état actuel de nos connaissances, la neutralisation chimique paraît encore très problématique. Les poisons, pour cesser d'agir, doivent être éliminés. C'est vers ce résultat que convergent tous les efforts de la nature, et c'est au même but que doivent tendre tous les efforts du médecin.

DOUZIÈME LEÇON

DE L'ANALOGIE ENTRE LES CAUSES MORBIDES ET LES POISONS (SUITE).

SOMMAIRE : Les progrès de l'anatomie pathologique ont été du plus grand seconrs aux sciences médicales. — Les résultats des autopsies cadavériques sont, toutefois, loin de nous satisfaire. — Des lésions fort étendues peuvent parfois exister sans avoir déterminé pendant la vie des symptômes graves. — L'anatomie pathologique ne suffit donc pas pour expliquer toutes les modifications qui se produisent dans l'organisme à l'état de maladie. — Mes expériences sur les nerfs abdominaux. — Expérience de Chossat sur l'inanition. — Effets mortels d'une secousse inattendue chez des animaux réduits à un grand état de faiblesse par l'inanition. — Influence de la température sur la durée de la vie dans ces conditions spéciales. — L'anatomie pathologique ne peut expliquer que les causes immédiates et mécaniques de la mort. — D'autres moyens d'investigation sont donc nécessaires. — Les effets des poisons ressemblent entièrement, sous ce rapport, à ceux des causes morbifiques. — Deux classes bien distinctes de substances vénéneuses. — Les unes se combinent chimiquement aux tissus, les autres circulent librement dans le sang. — Les effets des premières sont permanents et incurables ; les effets des secondes peuvent n'être que transitoires. — La substance toxique peut être expulsée de l'organisme quand la vie est artificiellement prolongée.

MESSIEURS,

Depuis l'époque la plus reculée, les médecins philosophes ont eu la pensée d'expliquer les phénomènes présentés par les malades durant la vie par les altérations pathologiques que l'on rencontre au sein des viscères après la mort. Ces efforts ont certainement enrichi la médecine de faits précieux, et particulièrement depuis le com-

mencement du siècle, l'anatomie pathologique a beaucoup contribué aux progrès du diagnostic dans l'art de guérir. Mais, si dans certains cas, les résultats d'une autopsie nous permettent de raisonner sur les causes immédiates et directes de la mort, dans beaucoup d'autres notre attente à cet égard est complètement déçue. Les recherches les plus attentives ne nous conduisent souvent à aucune conclusion satisfaisante, car il peut arriver que les organes paraissent aussi sains qu'à l'état normal, et qu'il nous devienne impossible de comprendre par leur examen la suppression de la vie. D'un autre côté, combien de fois ne rencontrons-nous pas après la mort des lésions profondes dont l'existence était demeurée entièrement latente pendant la vie ! Tous les médecins qui ont pratiqué dans les hôpitaux de la vieillesse en ont rencontré de nombreux exemples. Pendant mon internat à la Salpêtrière, j'ai rencontré une fois une grosse tumeur au niveau de la protubérance annulaire, dont la présence ne s'était révélée pendant la vie par aucun symptôme de paralysie, malgré la pression exercée sur une partie aussi importante de l'encéphale.

L'anatomie pathologique ne doit donc pas être considérée comme la clef unique des phénomènes morbides. Envisagée en elle-même et isolément, elle ne saurait nous en découvrir les sources cachées, et les recherches purement anatomiques, quelque minutieuses qu'on les suppose, resteront toujours insuffisantes à cet égard.

En pratiquant diverses expériences sur les ganglions et nerfs abdominaux, j'ai souvent vu succomber les sujets avant qu'il se fût manifesté aucun phénomène inflammatoire, ni aucune autre lésion anatomique appréciable.

Les intéressantes recherches de Chossat sur les effets de l'inanition nous fournissent également des exemples de morts subites, sans qu'aucune lésion anatomique saisissable vienne nous expliquer la mort. C'est ainsi qu'à une époque avancée de l'abstinence totale d'aliment, la moindre irritation douloureuse suffit pour déterminer immédiatement la mort. Une tourterelle privée de nourriture pendant plusieurs jours tombe et meurt immédiatement quand, par exemple, on lui pince les pattes. La vie de l'animal se prolongerait encore s'il n'était pas inquiété. Il est évidemment inutile de vous dire qu'à l'autopsie, dans ce genre de mort, on ne rencontre d'autres lésions anatomiques que celles qui sont habituellement le résultat de l'inanition. Comment donc expliquer la mort subite en pareil cas? Chossat l'attribue à une syncope, et nos propres expériences tendent à confirmer cette opinion. En effet, les mouvements du cœur, comme nous l'avons dit ailleurs, sont arrêtés momentanément lorsqu'un nerf sensitif se trouve douloureusement impressionné. Il serait donc possible que, chez des animaux considérablement affaiblis, la douleur fût suffisante pour arrêter définitivement le cœur et déterminer la mort. Il existe aussi en pareil cas d'autres conditions que l'anatomiste pur ne saurait apprécier dans l'état actuel de la science. La température du milieu dans lequel les animaux sont maintenus pendant l'expérience exerce une influence prépondérante sur la prolongation de la vie. Il en est de même dans les expériences qui consistent à suspendre la circulation dans certains gros troncs vasculaires. C'est ainsi qu'après la ligature de la veine porte l'animal est bientôt privé de sa chaleur naturelle

et ne tarde pas à mourir si l'on ne maintient pas la température du corps au niveau physiologique par des moyens artificiels. Mais quand cette précaution a été prise, il est rare que cette opération fasse mourir le sujet.

Il ne serait pas difficile d'accumuler des exemples du même ordre; mais vous avez été sans doute convaincus par les faits sur lesquels nous venons d'appeler votre attention que l'anatomie pathologique ne peut expliquer que les désordres purement mécaniques de l'organisme, et que des moyens d'investigation d'une autre nature sont indispensables à ceux qui veulent acquérir une notion précise des secrets de la nature vivante. Combler ce vide, dans la mesure du possible, tel est le but principal de nos recherches actuelles. Mais, en poursuivant cet objet, il ne faut jamais perdre de vue l'exemple que nous ont laissé les observateurs illustres auxquels les sciences biologiques doivent les progrès qu'elles ont accomplis dans les temps modernes. L'enchaînement des phénomènes naturels, leur mode de succession et les lois d'après lesquelles ils se produisent, doivent particulièrement fixer notre attention. Quant à la nature intime des choses, elle est au delà des bornes de notre savoir; mais cependant nous devons arriver à la cause conditionnelle des phénomènes. Il ne suffira pas, par exemple, de dire que certains poisons agissent sur les nerfs, d'autres sur le sang ou sur les muscles. Il faut étudier leur mode d'action sur nos tissus et dévoiler ensuite le mécanisme par lequel ils détruisent la vie. Mais, lorsque nous sommes parvenus à ce résultat pour chaque cas particulier, il nous est impossible d'aller plus loin. La science est hors d'état d'expli-



quer pourquoi le corps toxique possède des propriétés qui lui permettent de détruire l'organisme en attaquant certains tissus. J'ai fait connaître les effets que produit l'oxyde de carbone sur les globules rouges; vous savez qu'une combinaison chimique a lieu entre ce corps étranger et la substance même de ces petits éléments histologiques sanguins. Cette combinaison s'oppose à l'absorption de l'oxygène et détermine la mort par un genre particulier d'asphyxie. Le travail mécanique de la respiration continue, mais il cesse d'avoir pour conséquence l'artérialisation du sang dans les poumons. Nous trouvons ici une explication satisfaisante de l'influence délétère dont jouit cette substance; mais si vous nous demandiez *pourquoi* cette combinaison s'effectue, il nous serait évidemment impossible de vous répondre. L'affinité de l'oxyde de carbone pour les globules sanguins est évidemment supérieure à celle de l'oxygène, mais c'est à la raison première de cette différence que se trouvent les bornes de nos connaissances scientifiques. Le physiologiste devra donc poursuivre les effets de la maladie jusqu'à ce qu'il soit arrivé en face de cette cause initiale et mettre alors un terme à ses recherches. L'influence exercée par les poisons sur les organes du corps vivant présente à cet égard une analogie frappante avec celles des causes morbifiques. Comment devons-nous comprendre, en effet, l'action des poisons? Faut-il les regarder comme donnant naissance à des combinaisons chimiques qui se substituent aux modifications physiologiques dont la vie dépend? Telle est, en effet, l'explication que nous avons adoptée par rapport à l'action de l'oxyde de carbone sur les globules

sanguins. Mais serait-il juste d'étendre cette manière de voir à tous les poisons qui nous sont actuellement connus? Faut-il supposer que le curare se combine avec la substance des nerfs moteurs à leurs extrémités, de manière à s'opposer à la marche du fluide nerveux? Une pareille hypothèse serait évidemment contraire aux faits. Nous savons que, lorsqu'on a prolongé la vie par des moyens artificiels, la substance délétère est graduellement expulsée de l'économie; or, si les nerfs avaient subi une altération permanente, il ne saurait évidemment en être ainsi.

Les agents toxiques paraissent donc exercer leur action sur les conditions fondamentales de la vie de deux manières différentes : tantôt ils se combinent chimiquement par une combinaison stable aux éléments histologiques des tissus altérés, et c'est là ce qui se produit, d'après Liebig, pour les sels métalliques; d'autres poisons, au contraire, ne produisent sans doute que des modifications physiques par leur présence; ils circulent librement dans le sang et paraissent en détruire momentanément les propriétés vitales. Or, le sang, comme nous l'avons dit ailleurs, est le milieu intérieur dans lequel vivent tous les tissus. Si donc une modification profonde de ces propriétés physiologiques se produit sous l'influence d'une cause donnée, les muscles, les glandes, les nerfs et tous les autres organes, sont exposés à subir isolément ou simultanément un trouble profond dans l'exercice de toutes leurs fonctions. Le curare, la strychnine et beaucoup de substances produisent ainsi leur action toxique.

Il semblerait donc que les poisons à cet égard peuvent

être divisés en deux grandes classes : les uns, donnant naissance à des composés chimiques stables et bien définis, sont retenus dans l'économie et peuvent être retrouvés par l'analyse après la mort ; les autres sont promptement éliminés de l'organisme et ne laissent aucune trace appréciable de leur passage. Dans le premier cas, des lésions permanentes et incurables ont été produites ; dans le second, la substance vénéneuse n'exerce qu'une action passagère et, quand le malade se rétablit, le principe nuisible a disparu.

En somme, messieurs, nous pouvons trouver une ressemblance à beaucoup d'égards entre les effets du poison et ceux des maladies ordinaires, et dans notre prochaine leçon, nous chercherons à compléter ce parallèle.

TREIZIÈME LEÇON

DES POISONS.

SOMMAIRE : Importance de la méthode expérimentale en physiologie et en pathologie. — Les phénomènes que présentent les êtres vivants, à l'état de santé comme à l'état de maladie, résultent des propriétés de la matière vivante. — Considérations générales sur la nature de la maladie. — Insuffisance des principales définitions adoptées jusqu'ici. — Maladies essentielles. — Comment on peut en admettre l'existence sans blesser les principes de la science. — Applications de ces vues à la pathologie expérimentale. — Les expériences à poursuivre consistent à développer artificiellement diverses maladies chez les animaux dans des conditions bien déterminées à l'avance. — Sous ce rapport, les poisons sont les plus commodes de tous les moyens d'expérimentation. — Leurs effets ressemblent à ceux de la maladie sous tous les rapports. — Leur action sur les éléments histologiques. — Symptômes constants qui succèdent à leur introduction dans l'économie. — Divers degrés de la rapidité avec laquelle leurs effets se manifestent. — Absence souvent complète de lésions visibles. — Possibilité d'une guérison radicale. — Période d'incubation qui précède l'explosion des symptômes caractéristiques. — Les phénomènes de la vie sont donc indissolublement reliés les uns aux autres et doivent être étudiés par les mêmes procédés dans tous les cas. — L'action des poisons offre d'immenses avantages à l'observateur physiologiste. — Des distinctions établies entre l'étude expérimentale et l'observation clinique. — Énumération des principales substances dont on se propose d'étudier l'action dans les leçons qui vont suivre.

Messieurs,

La méthode expérimentale à laquelle toutes les sciences sont redevables de leurs progrès actuels a rendu les plus éminents services à la physiologie. C'est elle qui nous

apprend à ne considérer chez les animaux que les propriétés de la matière vivante, au lieu de les rapporter à l'action mystérieuse d'une force située en dehors de l'organisme, régissant tous ses actes et prenant le nom, dans le langage des anciens, *d'âme physiologique* ou de *force vitale*.

La même révolution doit nécessairement s'accomplir en pathologie, et les tendances actuelles de la science nous y mènent avec rapidité. Toutefois, un grand nombre de nos contemporains, pénétrés des idées de l'école ancienne, accusent de matérialisme tous ceux qui s'éloignent à cet égard des vues traditionnelles qu'ils ont adoptées. Ce reproche qui ne repose sur aucun fondement ne doit pas nous arrêter dans le cours de nos investigations; il n'y a qu'une seule méthode expérimentale pour toutes les sciences. Pourquoi donc chercherions-nous à établir en pathologie une distinction non moins erronée en théorie que nuisible en pratique? Aucun médecin vraiment philosophe ne saurait nous contredire à cet égard.

Qu'est-ce que la maladie? Voilà sans doute l'une des premières questions qui apparaissent à l'esprit du médecin. Mais aucune des définitions qui ont été formulées jusqu'ici ne contient une réponse satisfaisante. Au fond, la plupart de ces définitions formulées à priori ne présentent aucune valeur dans l'état actuel de nos connaissances. La méthode synthétique est sans doute le but final de toutes les sciences; mais il faut d'abord arriver à la méthode analytique, qui permet plus tard de reconstruire les théories générales en les appuyant sur des bases solides. La physiologie a jusqu'à un certain point

réalisé ce progrès. La pathologie est restée en arrière et séjourne encore dans la région des hypothèses, d'où il s'agit de la faire sortir définitivement. C'est ainsi que l'existence de maladies essentielles, par opposition aux maladies symptomatiques, a été longtemps discutée par les médecins; mais il importe avant tout de bien préciser le sens des mots avant d'arriver à une conclusion définitive sur ce point. Si l'on entend par cette expression : *maladie essentielle*, qu'il existe des maladies sans lésions matérielles, nous ne saurions assez énergiquement condamner une pareille hypothèse ; car un appareil organique ne peut jamais cesser de remplir les fonctions physiologiques qui lui sont dévolues, aussi longtemps qu'un ordre parfait règne dans toutes ses parties. Supposer le contraire, ce serait nier la relation nécessaire entre la cause et l'effet. Mais, si par le mot *essentiel* on se contente d'exprimer cette idée qu'il existe des lésions qui jusqu'à présent se sont dérobées à nos investigations, et qu'il faut pour le moment se contenter d'enregistrer le fait, sans essayer de l'expliquer, aucune objection ne peut s'élever contre une semblable manière de voir, qui est complètement d'accord avec les principes de la science. Malgré les progrès de l'histologie, nos connaissances sur les tissus sont encore très imparfaites. Nous rencontrons à chaque pas de nouveaux problèmes dont le secret appartient sans doute aux générations futures. Il ne faut point cependant se décourager ni cesser de poursuivre les recherches que nous avons entreprises dans cette voie; car la science n'est, en définitive, que l'étude des rapports entre les phénomènes naturels et leurs causes

matérielles. Voilà pourquoi, si l'on admettait, comme une vérité, qu'il existe des affections ne reconnaissant pour cause aucune modification des organes, on verrait s'écrouler d'un seul coup tout l'édifice scientifique.

Un cours de pathologie expérimentale, tel que nous le concevons, consisterait donc à appliquer la méthode analytique expérimentale, à l'étude des maladies. Après avoir réuni une série d'affections similaires et faisant partie d'une seule et même tribu nosologique, nous en étudierions le mécanisme, les causes et les effets à l'aide d'expériences directes ; c'est-à-dire en créant par des moyens artificiels des affections analogues chez les animaux dont l'organisation se rapproche le plus de la nôtre. Nous aurions ainsi à parcourir les principaux groupes naturels de la pathologie. Nous pourrions commencer, par exemple, par diriger notre attention sur les maladies inflammatoires, et, lorsque nous aurions épuisé ce sujet, nous aborderions l'étude des apyrexies, et nous traverserions ainsi pas à pas la vaste étendue de la nosologie scientifique.

Le temps et les moyens de recherches nous manqueraient, messieurs, pour remplir le cadre immense que nous venons de tracer. Qu'il nous suffise de vous avoir montré l'étendue et le plan de nos études ; et pour terminer le cours que nous avons commencé, nous allons en consacrer les dernières séances à une question accessoire en elle-même, mais qui nous préparera à aborder les problèmes les plus importants ; nous voulons parler de l'étude des poisons, qui nous conduira plus tard à l'examen des principes généraux de la thérapeutique.

Mais nous touchons ici à l'une de ces difficultés qui

entravent toutes les classifications scientifiques. Doit-on considérer les empoisonnements comme de véritables maladies? Faut-il, au contraire, les en séparer complètement pour en faire une classe à part et l'objet d'une science toute spéciale? Cette dernière opinion est soutenue par plus d'un toxicologue éminent; nous sommes pourtant fort éloigné de la partager. Il existe, au contraire, une si grande analogie entre les symptômes d'une affection ordinaire et les désordres qui résultent de l'ingestion d'une substance toxique dans l'économie que l'on peut, jusqu'à un certain point, considérer les effets du poison, comme le type le plus légitime des actions morbides. Cette assertion n'a pas évidemment de quoi vous surprendre; les leçons précédentes ont dû vous y préparer.

Nous allons maintenant chercher à rendre la démonstration aussi complète que possible.

Lorsqu'on étudie les lésions que produit l'ingestion des diverses substances toxiques, on constate invariablement qu'un élément histologique spécial, un tissu particulier a été atteint et frappé sur tous les points de l'économie, et la conséquence immédiate d'une lésion pareille est un désordre complet des fonctions physiologiques exercées par les éléments modifiés. Des troubles généraux résultent par conséquent de la suppression soudaine de leurs propriétés vitales. A cet égard, l'action des poisons est entièrement parallèle à celle des maladies. Mais ce n'est pas tout, vous savez parfaitement que les symptômes caractéristiques qui succèdent à l'introduction de chaque poison dans l'économie permettent au médecin de formuler un diagnostic

aussi précis que dans toute autre maladie. L'empoisonnement par l'arsenic ou par les sels de plomb ne se distingue-t-il pas aussi bien de toute autre action toxique que la pneumonie ou le typhus de toute autre maladie? Nous retrouvons donc ici ce que l'on a toujours considéré comme le caractère essentiel d'une affection nettement définie. Nous donnons effectivement ce nom à une série logique de symptômes morbides ayant pour point de départ une lésion anatomique déterminée et se suivant dans un ordre régulier pour aboutir, soit à la mort par la cessation des fonctions les plus importantes de la vie, soit à la guérison par leur rétablissement.

Mais on pourrait ici nous adresser une objection spécieuse : l'empoisonnement, dira-t-on, n'est pas une maladie, car nous pouvons le créer à volonté chez un sujet bien portant, tandis que les agents pathologiques sont entièrement en dehors de notre puissance. Nous répondrons à cet argument que dans un grand nombre de cas nous pouvons créer à volonté des maladies, surtout dans les cas où il existe un virus particulier. C'est ce que prouvent l'inoculation de la petite vérole, la syphilisation, etc. D'ailleurs n'avons-nous pas déjà prouvé qu'il nous est possible de créer par de simples lésions chirurgicales des affections fébriles chez des animaux parfaitement sains?

La rapidité surprenante avec laquelle se développe souvent l'empoisonnement ne doit pas non plus nous empêcher de le considérer comme une véritable maladie; car la durée de la série morbide dépend entièrement de la nature du poison et de l'état de concentration plus ou moins grande dans lequel il est administré. Si

l'acide prussique anhydre produit une mort instantanée, on peut en réduire les propriétés toxiques jusqu'au plus faible degré par des dissolutions successives. Un grand nombre d'autres poisons (les sels métalliques, par exemple) ne produisent la mort qu'avec une certaine lenteur et peuvent être assimilés par leurs effets aux maladies chroniques, lorsqu'ils sont administrés à faible dose.

L'absence de toute lésion appréciable après la mort, que nous constatons si souvent chez des sujets qui ont succombé à l'empoisonnement, et la possibilité d'un rétablissement complet quand la substance nuisible a été éliminée, sont des preuves nouvelles à l'appui de notre manière de voir. Enfin, pour signaler une dernière analogie, nous trouvons dans certains empoisonnements une période d'incubation qui peut durer plus ou moins longtemps. L'agent délétère ne manifeste pas toujours son action destructive du premier coup, il peut rester pendant un certain temps à l'état latent dans l'organisme. En somme, messieurs, les phénomènes de la vie, qu'ils appartiennent à la physiologie, à la pathologie ou à la toxicologie, obéissent aux mêmes lois naturelles et doivent être étudiés simultanément. Or, dans les cas d'empoisonnement, l'observateur se trouve placé dans les conditions les plus favorables qui se puissent imaginer : il administre l'agent toxique à doses parfaitement déterminées, il observe les phénomènes dès le début de l'affection qu'il a produite — ce qui ne peut jamais se réaliser dans l'observation clinique ; — enfin, il se place dans des conditions fixées à l'avance par rapport à l'âge de l'animal, à sa taille, à son état de santé, enfin à l'espèce

particulière dans laquelle il convient de le choisir. Il se trouve donc entouré de toutes les garanties possibles pour conduire l'expérience à bonne fin.

Une tendance naturelle à l'esprit humain nous porte à ne jamais nous contenter de l'observation pure et simple des faits, sans en rechercher les causes primitives. Sous ce rapport, il existe une ressemblance complète entre le médecin observateur et le physiologiste expérimentateur. Ils s'efforcent tous deux de grouper les faits de manière à en tirer des conclusions générales. On a dit que l'observation se bornait à constater sans intervention de moyens artificiels tout ce qui se produit sous nos yeux; l'expérimentation, au contraire, selon la définition de La Place, consisterait à troubler par une intervention directe l'évolution naturelle des phénomènes. De sorte que l'observation, dans certaines sciences, serait la seule méthode possible, car si les phénomènes qui attirent notre attention sont complètement en dehors de notre portée, nous ne pouvons en modifier l'évolution naturelle dans un but scientifique, et la méthode expérimentale ne peut plus s'appliquer à leur étude. Tel est le cas, par exemple, en astronomie : les mouvements des corps célestes sont livrés à nos observations, mais il nous est impossible de les détourner de leur cours.

Lorsqu'on envisage ces définitions à un point de vue général, on ne saurait en contester la justesse ; mais, transportées dans les sciences médicales, elles perdent jusqu'à un certain point leur exactitude. L'observation clinique n'est-elle pas troublée à chaque instant par l'intervention des médicaments? Et la physiologie expérimentale ne se

borne-t-elle pas souvent à l'observation pure? Lorsque vous pratiquez, par exemple, une fistule gastrique pour observer de plus près les phénomènes de la digestion, l'observateur scientifique évitera soigneusement toute intervention qui pourrait troubler le cours naturel de la fonction qu'il étudie; nous avons cependant le droit de soutenir qu'il s'agit là d'une expérience physiologique. Par contre, dans la pratique médicale, on fait à chaque instant des expériences auxquelles on donne le nom d'*observations cliniques*. Quand le médecin prescrit à son malade un médicament dont l'action est jusqu'alors inconnue, quand il en observe attentivement les effets, et qu'il publie les résultats de ses recherches, n'a-t-il point fait une expérience? Nous croyons donc qu'au fond, l'on ne saurait établir une différence absolue entre l'observation et l'expérimentation, car, toutes les fois qu'on introduit la logique dans l'étude des faits, qu'on les analyse et qu'on se livre à l'induction, on a fait une expérience.

Nous allons, ainsi que je vous l'ai dit en commençant, consacrer les dernières leçons de ce cours à l'étude de certains poisons. Nous reviendrons sur le curare, que nous avons déjà étudié, mais au sujet duquel nous avons des faits nouveaux et entièrement inédits à vous communiquer; sur la digitaline, l'upas antiar, enfin, sur quelques autres poisons du même ordre. Et dans toutes ces études le point de départ de l'expérience sera toujours l'observation de l'animal à l'état sain; nous compterons ses pulsations et ses respirations; nous examinerons le jeu de toutes ses fonctions. Puis, après avoir administré le poison, nous suivrons attentivement l'évolution des phénomènes

qu'il provoque. Une fois la mort produite, nous rechercherons la cause qui l'a amenée, en examinant successivement tous les tissus au point de vue de leurs propriétés vitales. En établissant ainsi un parallèle entre l'état sain et l'état pathologique, nous suivrons la voie qui seule peut nous amener à expliquer le mécanisme des phénomènes et à connaître la cause du trouble qui fait cesser la vie.

QUATORZIÈME LEÇON

DES EFFETS DU CURARE.

SOMMAIRE : Variations de l'intensité avec laquelle certains poisons agissent sur les diverses classes d'animaux. — Différences à cet égard entre les animaux de la même espèce. — Entre l'adulte et le jeune animal. — Entre l'animal après la naissance et l'animal pendant la vie fœtale. — Les effets du curare en sont la preuve. — Il agit sur les nerfs moteurs, paralyse les mouvements respiratoires et fait mourir par asphyxie. — Rétablissement de l'animal par la respiration artificielle. — Chez les animaux dont la respiration est indépendante de tout mouvement, le curare ne tue pas. État embryonnaire. — L'intensité de l'action du curare est directement en rapport avec l'activité respiratoire. — Les oiseaux viennent en première ligne, puis les mammifères, les reptiles, les poissons, enfin le fœtus. — Une femelle pleine étant empoisonnée par le curare, l'embryon survit à sa mère. — Expériences sur de jeunes poissons. — Comparaison des effets de l'upas antiar et du curare. — Action du curare sur les espèces inférieures. — Il cesse d'agir quand le système nerveux cesse d'exister. — Il est absorbé par la surface interne des poumons. — Expériences faites sur les grenouilles et sur les lapins. — Autopsie rationnelle des sujets de ces expériences. Y a-t-il des lésions visibles dans les nerfs paralysés? — Opinion de Jacubowitch. — Explications diverses. — Rapidité de la marche du fluide nerveux. — Modifications de cette propriété dans l'empoisonnement par le curare.

MESSIEURS,

Aux yeux du physiologiste et du médecin, les empoisonnements présentent, avons-nous dit, un grand nombre de points de contact avec les maladies ordinaires. Maintenant nous n'étonnerons personne en signalant l'énorme différence qui existe entre les divers degrés d'intensité

que peut offrir l'action morbide ou toxique suivant les conditions dans lesquelles se trouve l'économie. Cette spécialité d'action, l'observation clinique nous la faisait aisément prévoir en nous montrant que les individus sont plus ou moins exposés à contracter certaines maladies. La vieillesse, par exemple, est le terrain classique de certaines affections; l'enfance présente des maladies différentes. Il est même de certaines maladies qui paraissent être l'apanage exclusif d'une époque particulière de la vie.

Les poisons semblent offrir une prédilection analogue, s'il est permis de s'exprimer ainsi, pour les animaux placés dans certaines circonstances particulières. Ils les épargnent quelquefois à l'état adulte et font mourir les petits. D'autres fois c'est précisément le contraire qui arrive; ils respectent le premier âge de la vie et ne produisent leurs effets ordinaires que sur des animaux plus complètement développés. Le curare, dont nous allons nous occuper aujourd'hui, présente cette particularité à un degré très marqué. Les effets si redoutables de ce poison lorsqu'il est administré chez l'adulte ne se produisent pas chez l'animal à l'état embryonnaire. Nors allons vous en fournir à l'instant la preuve expérimentale, mais avant il nous paraît utile de vous en donner l'explication. Lorsqu'on examine les divers tissus de l'animal tué par le curare, on s'assure aisément que les nerfs moteurs seuls ont perdu le pouvoir de provoquer la contraction musculaire sous l'influence de la volonté et des excitants artificiels qu'on leur applique; les autres tissus du corps demeurent à l'état normal. C'est donc par asphyxie que meurt l'animal, les mouvements respiratoires étant sus-

pendus. D'où il résulte qu'en s'opposant à l'asphyxie par la respiration artificielle, on prolonge la vie assez longtemps pour permettre à l'organisme d'éliminer le poison; l'animal se trouve alors complètement hors de danger.

Mais, en administrant ce poison à faible dose, on peut en modérer les effets à volonté; ils demeurent toujours les mêmes quant à leur nature, bien que considérablement réduits quant à leur intensité. On peut donc, en introduisant une dissolution de curare goutte à goutte dans les veines, ralentir les mouvements respiratoires sans les abolir complètement. On peut ainsi les réduire à cinq ou six par minute; mais, si faible qu'il soit, ce mouvement suffit encore pour entretenir la vie, et l'animal ne succombe pas. Supposons maintenant que la respiration, chez un individu donné, puisse s'effectuer sans emprunter le secours du système nerveux moteur; il est évident que le curare, en pareil cas, ne doit suspendre aucune des fonctions indispensables à la vie. Telles sont précisément les conditions dans lesquelles l'embryon se trouve placé; le jeune poulet respire par un organe temporaire (l'allantoïde), et l'accomplissement de l'hématose est chez lui complètement indépendant du mouvement musculaire. Voilà donc l'explication rationnelle de ce fait vraiment singulier, qui vient confirmer toutes les idées que nous avions précédemment émises sur le rôle du système nerveux moteur dans les empoisonnements par le curare.

Il est évident, d'après ce qui précède, que plus un animal exerce avec activité les fonctions respiratoires, plus l'action du curare lui deviendra funeste. De tous les êtres vivants, les oiseaux sont les plus sensibles à son action

toxique ; viennent ensuite les mammifères ; les reptiles et les poissons occupent une place très inférieure dans l'échelle ; enfin nous trouvons, pour terminer la série, le fœtus qui, ne respirant plus du tout, du moins à la manière de l'adulte, échappe complètement aux effets de ce poison violent. En effet, si l'on injecte dans les veines d'une femelle pleine quelques gouttes d'une solution de curare, la mère sera promptement tuée, mais le fœtus lui survivra ; il ne succombera que plus tard et consécutivement à l'arrêt prolongé de la circulation maternelle qui finit par réagir sur celle du fœtus.

Vous savez, messieurs, que des jeunes poissons présentent une apparence assez extraordinaire pendant quelques semaines après leur éclosion ; ils offrent à la surface ventrale un renflement énorme. Ce renflement, c'est la vésicule ombilicale qui n'a pas encore été résorbée ; aussi longtemps que cette modification ne s'est pas accomplie, le petit animal ne mange pas, il ne respire pas non plus activement avec ses branchies, mais les nombreux vaisseaux qui se ramifient à la surface de la vésicule ombilicale absorbent directement l'oxygène. Les petits poissons sont donc, longtemps après leur naissance, des fœtus au point de vue de la respiration, et nous sommes heureux de pouvoir profiter de cette circonstance pour vous montrer que l'action du curare est nulle chez des animaux organisés de la sorte. Dans le bocal que nous plaçons devant nous, vous voyez nager une multitude de petits poissons munis de leur vésicule ombilicale, ils sont plongés dans une solution de curare et ne paraissent point en être incommodés. Il en est bien autrement, comme

vous le voyez, par rapport aux goujons adultes qui se trouvent dans ce second bocal ; ces poissons sont tous morts. A quoi tient cette différence? Chez les poissons adultes, la vitalité des éléments histologiques est plus élevée, et aussi la respiration s'opère par les branchies qui sont mises en mouvement par un appareil musculaire qui anime des nerfs spécialement destinés à cet usage ; dans ce dernier cas, le poison a été absorbé par la surface interne des organes respiratoires, car les animaux plongés dans le liquide toxique ne portaient à la surface du corps aucune blessure pouvant livrer passage au poison. Les mêmes phénomènes se produisent de même chez les mammifères, quand le curare est mis en rapport avec la surface interne de l'appareil pulmonaire.

Pour rendre le contraste plus frappant, nous avons placé d'autres poissons jeunes et adultes, dans une solution d'upas antiar; ils sont tous morts, comme vous le voyez, dans un court espace de temps. A quoi cela tient-il? C'est que l'upas antiar, au lieu de porter son action sur la fibre nerveuse motrice, s'attaque aux propriétés vitales de la fibre musculaire, et agit en premier lieu sur le cœur qu'il paralyse tout d'abord. Telle est, en pareil cas, la cause de la mort ; l'embryon lui-même peut y résister plus longtemps, mais il n'y saurait échapper.

Mais ce n'est pas tout : nos petits poissons, comme vous le voyez, nagent à leur aise dans cette solution de curare et font usage de leurs muscles que le poison n'a point paralysés. Nous sommes donc en présence d'une nouvelle difficulté. Comment expliquer une aussi prodigieuse différence, lorsqu'on rapproche les effets

que produit le curare chez l'adulte de ce que nous voyons ici? C'est que l'appareil musculaire à l'état fœtal jouit d'un pouvoir de contraction tout spécial et qui ne dépend point d'une manière aussi immédiate des nerfs moteurs. Prenez un jeune poulet parvenu à la dernière période de l'incubation, brisez la coquille de l'œuf et mettez le petit animal sur une étuve; la chaleur provoque des mouvements très vifs dans ses membres, qui présentent quelque analogie avec ceux du fœtus avant la naissance; et cependant, si vous mettez à nu les nerfs moteurs pour les galvaniser, vous ne verrez se produire aucune contraction. En effet, pendant la vie intra-utérine, l'indépendance des systèmes est la loi générale, mais le contraire a lieu chez l'animal adulte. Le cœur de l'embryon se contracte longtemps avant que l'influence nerveuse ait d'action sur lui, et ses muscles sont capables d'agir lorsqu'ils ne sont pas encore organisés en fibrilles, mais simplement à l'état de cellules. Sous ce rapport, il existe une profonde analogie entre l'état fœtal et l'organisation des animaux inférieurs, chez qui le système nerveux n'existe pas ou exerce une influence moins manifeste sur les mouvements. Si, par exemple, vous empoisonnez des sangsues avec le curare, elles demeurent immobiles pendant assez longtemps lorsqu'on ne les excite pas; si vous les stimulez, au contraire, elles se mettent en mouvement. En tout cas, au bout de quelques heures l'animal revient aux conditions normales. Chez les polypes, l'action de ce poison est complètement nulle; car, dans ces organisations élémentaires, il n'existe aucune trace de système nerveux.

L'action spéciale du curare sur les nerfs moteurs est donc un fait positif qui se trouve aujourd'hui placé au-dessus de toute contestation. Et, en tenant compte de l'intensité des accidents qu'il produit, on peut mesurer en quelque sorte l'élévation de chaque espèce animale dans l'échelle des êtres. Pour vous en donner des preuves encore plus convaincantes, nous allons simultanément empoisonner une grenouille et un lapin. Dans le premier cas, le poison tardera plus longtemps à manifester son action que dans le second.

Nous introduisons ici sous la peau d'un lapin quelques gouttes d'une solution concentrée de curare; la même opération est pratiquée au même instant chez une grenouille vigoureuse et d'assez forte taille; et celle-ci reçoit relativement une dose de poison beaucoup plus considérable. Pendant les trois premières minutes, le lapin ne paraît éprouver aucun inconvénient. Au bout de trois minutes et demie il commence à s'affaiblir et ne peut plus se tenir sur ses pattes; au bout de cinq minutes, il a complètement perdu la faculté de se mouvoir, et la respiration ne s'opère plus; cependant le cœur n'a cessé de battre qu'après dix minutes. Les mêmes phénomènes se produisent chez la grenouille; mais la cessation des mouvements des membres n'a lieu qu'au bout de dix-sept minutes, et le cœur bat toujours.

Nous allons maintenant, messieurs, examiner successivement les divers tissus de ces deux animaux, et vous verrez partout que les nerfs, et les nerfs moteurs seuls, ont été frappés de mort. Nous étudierons ensuite les conséquences d'une lésion pareille, et vous verrez jusqu'où l'analyse scientifique peut nous conduire. A l'époque

où mes premiers travaux sur cette question furent publiés, un problème fixait l'attention d'un grand nombre d'observateurs; il se rattache en effet à un point très important en physiologie, c'est-à-dire à l'indépendance absolue des propriétés de la fibre musculaire et de l'élément nerveux. Dans tous les muscles il existe une force de contraction à laquelle Haller a donné le nom d'*irritabilité :* elle ne dépend nullement de l'impulsion nerveuse, bien qu'elle lui obéisse à l'état normal. Les mouvements de l'embryon en sont la preuve, et l'action du curare, qui détruit complètement les propriétés des nerfs moteurs, n'empêche pas les muscles de demeurer sensibles aux excitations directes. Avant de connaître ces expériences, on pouvait soutenir que, lorsqu'on galvanisait directement le muscle, on n'agissait en réalité que sur les petites fibres nerveuses disséminées dans son tissu, et que c'était seulement grâce à ce mécanisme indirect que la contraction était provoquée; mais les effets du curare et de certains autres poisons nous permettent de distinguer nettement les propriétés de ces deux appareils différents.

Je prends une grenouille saine dans ce bocal, je la dépouille, j'isole le nerf sciatique et je le galvanise : aussitôt des convulsions se produisent dans le membre postérieur correspondant. En répétant l'expérience sur la grenouille que nous venons d'empoisonner, les muscles demeurent insensibles à l'excitation portée sur le nerf. Où siège donc la différence entre ces deux troncs nerveux, dont les propriétés physiologiques sont si complètement différentes? Placez sous le microscope le nerf paralysé, vous ne trou-

verez aucune altération dans sa structure; qu'on étudie sa composition chimique et ses propriétés physiques, et l'on n'y contestera aucune modification. Nous ne savons pas ce que l'avenir nous réserve, et les anatomistes seront peut-être assez heureux un jour pour découvrir la lésion particulière qui caractérise l'action du curare. Mais jusqu'ici elle demeure parfaitement inconnue.

M. Jacubowitch, dont vous connaissez les travaux sur la structure des centres nerveux, a étudié la question au point de vue histologique chez des animaux tués par l'acide prussique, la strychnine et d'autres substances toxiques dont l'action est très énergique. Il dit avoir trouvé dans les centres nerveux des cellules brisées, des cylindres d'axe déchirés et d'autres lésions analogues dans la moelle épinière. On a supposé encore que le curare se combinait chimiquement avec les éléments nerveux, et les paralysait en agissant sur eux comme l'oxyde de carbone sur les globules du sang. Mais ni l'une ni l'autre de ces ingénieuses hypothèses ne paraît répondre aux données de la question, car comment expliquer la guérison de l'animal lorsqu'on pratique pendant un temps suffisant la respiration artificielle? Comment l'animal pourrait-il se rétablir, si le système nerveux avait subi une désorganisation complète ou s'il s'était formé un composé chimique incapable de transmettre le fluide nerveux? Jamais, en pareil cas, cet appareil ne pourrait reprendre ses fonctions physiologiques.

D'autres observateurs ont supposé que les nerfs eux-mêmes n'étaient pas le siége de l'empoisonnement, mais qu'un tissu intermédiaire aux nerfs et aux muscles se

trouvait affecté. Mais les mêmes objections se dressent contre cette hypothèse : si une altération permanente a eu lieu, comment les effets du poison pourraient-ils disparaître aussitôt que la substance toxique a été éliminée? D'ailleurs, si les nerfs sont devenus incapables de transmettre les ordres de la volonté, cela s'explique suffisamment par l'altération de leurs extrémités terminales sans avoir recours à un tissu intermédiaire dont l'existence est loin d'être démontrée.

Nous devons à Bezold d'intéressantes expériences sur ce sujet. La rapidité avec laquelle le système nerveux transmet les impressions qu'il a reçues a été calculée par Helmholtz; il s'est assuré que le fluide nerveux parcourt 60 à 80 mètres par seconde. En effet, sur de longs nerfs comme le sciatique, il existe une différence très appréciable par rapport à la rapidité avec laquelle se produisent des contractions quand l'excitation est appliquée au point d'origine ou vers la terminaison du nerf. Après avoir bien constaté la rapidité normale de la transmission chez un animal sain, Bezold l'a lentement empoisonné avec une solution de curare, en étudiant le ralentissement de la marche du fluide nerveux; à mesure que l'empoisonnement faisait des progrès, il a vu cette vitesse tomber de 60 mètres par seconde (ce qui est le minimum à l'état de santé) à 5 mètres; au-dessous de ce point, la fonction disparaît complètement. Mais si le nerf est profondément affecté sous le rapport de ses propriétés physiologiques, il ne perd aucune de ses propriétés physiques; les caractères électriques, signalés par Du Bois-Reymond, persistent toujours et ne paraissent même

pas affaiblis. Il en est de même pour toutes les autres propriétés du même ordre.

Quelle conclusion déduirons-nous de cette étude ? les tissus ont évidemment des propriétés physiologiques, physiques et chimiques entièrement distinctes les unes des autres et jouissant d'une existence indépendante. Dans le cas particulier qui nous occupe, l'action du curare semblerait se porter entièrement sur les propriétés physiologiques du système nerveux, car sous tous les rapports physico-chimiques, le nerf paralysé est en apparence identique avec ses congénères. Un vaste champ reste donc ouvert à nos investigations, et la découverte du secret que nous cherchons encore offre le plus grand intérêt pour la physiologie pratique, car elle éclairera d'une vive lumière les propriétés et les fonctions les plus intimes du tissu nerveux.

QUINZIÈME LEÇON

DES POISONS MUSCULAIRES.

SOMMAIRE : L'absence de tout changement physique apparent dans les organes s'observe chez les sujets empoisonnés comme chez ceux qui succombent à des affections maladives. — L'action du curare et de la strychnine en sont des exemples. — Réflexions sur les effets particuliers que produit ce dernier poison. — Expériences qui paraissent décider la question. — Poisons musculaires. — Upas. — Digitale. — Corowal et Vao. — Vératrine. — Flèches empoisonnées de l'Amérique du Sud. — Elles sont trempées dans une substance spéciale. — Cette substance est analogue au venin du crapaud. — Considérations générales sur les venins. — Leurs propriétés diffèrent sous plusieurs rapports de ce qu'on avait supposé. Ils offrent souvent un degré très élevé de stabilité chimique. — Ils résistent à l'action de la chaleur et à divers réactifs énergiques. — Ils empoisonnent l'animal qui les fournit lui-même. — Venin du crapaud. — Effets généraux des poisons musculaires. — Ils se divisent en deux grandes classes. — Ceux qui agissent sur le cœur et ceux qui agissent sur le système musculaire.— Expériences sur divers animaux. — Modifications que ces poisons amènent dans les propriétés physiques du tissu musculaire. — Elles sont analogues à celles qui se produisent après la mort. — Réaction acide du tissu musculaire. — Rigidité cadavérique prématurée. — Rapports entre les phénomènes physiques et physiologiques. — La disparition des propriétés vitales dans un tissu quelconque est toujours produite par des altérations matérielles. — La nature de ces altérations reste souvent inappréciable et inconnue. — Quel sera le programme du cours de pathologie expérimentale.

MESSIEURS,

L'existence d'un nombre considérable de maladies qui peuvent occasionner la mort sans produire au sein des organes aucune lésion appréciable dans l'état actuel de

nos moyens d'investigation, est l'un des problèmes les plus étranges et en même temps l'un des faits les mieux avérés dans les sciences médicales. On pourrait, en se plaçant à ce point de vue, diviser les maladies en deux grandes classes : les premières trouvant leur raison d'être dans les désordres anatomiques révélés par l'autopsie, les secondes paraissant être complètement dépourvues de lésions de tissus.

Or, les agents toxiques sur l'action desquels nous avons appelé votre attention se trouvent absolument dans le même cas lorsqu'on fait l'autopsie longtemps après la mort; mais, comme vous le savez, il n'en est plus de même quand on examine les propriétés physiologiques de ces tissus immédiatement après la cessation de la vie.

Je vous ai déjà cité l'exemple du curare, qui ne laisse point de lésions matérielles appréciables chez les animaux empoisonnés; je vous ai montré, sans présenter une lésion anatomique visible, sans perdre aucune de leurs propriétés physiques, les nerfs moteurs se trouvaient complètement paralysés par l'emploi de cette substance.

Le pouvoir électro-tonique dont M. du Bois-Reymond a démontré l'existence dans les nerfs est même parfaitement conservé en pareil cas ; et cependant la propriété physiologique est perdue, et l'irritation galvanique et l'impulsion de la volonté ont cessé de produire sur les filets moteurs leurs effets accoutumés.

Mais si le curare détruit la vie par une action dont l'analyse anatomique ne peut pas saisir le dernier terme, un grand nombre de poisons se trouvent dans le même cas;

il en est ainsi, vous le savez, pour la strychnine dont l'action se porte également sur le système nerveux, mais en s'adressant d'abord aux nerfs sensitifs, pour ébranler ensuite par leur intermédiaire les nerfs moteurs. Il existe donc, comme vous le voyez, une différence essentielle entre les effets physiologiques de ces deux poisons, bien que certains observateurs aient supposé qu'il existait entre eux une certaine analogie. Une expérience fort simple suffit pour démontrer le contraire. Elle consiste à lier les vaisseaux du train postérieur en respectant les nerfs, chez deux grenouilles que l'on empoisonne simultanément, en injectant sous la peau du dos, au-dessus de la ligature, une solution de curare dans le premier cas, une solution de strychnine dans le second. Le procédé opératoire est le suivant : on soulève le sacrum et l'on passe un fil au-dessous des nerfs lombaires de manière à comprendre dans une ligature unique tout ce qui se trouve au-dessous d'eux. Le poison ne peut donc pas circuler ailleurs que dans le tronc et les membres supérieurs dans l'un et l'autre cas, et ne peut pas dépasser la ligature pour se répandre dans le train postérieur. Malgré cet obstacle, les membres postérieurs sont frappés de convulsions, aussi bien que les autres parties du corps chez la grenouille soumise à l'action de la strychnine ; tandis que rien de semblable n'a lieu sur l'animal empoisonné par le curare. Cette différence tient à ce que la strychnine, en excitant les nerfs de sentiment et la moelle épinière, a rendu son action générale, comme cela a lieu, ainsi que nous l'avons déjà démontré, pour toute action portée sur le système nerveux sensitif; tandis que l'action du curare s'étant portée sur les nerfs

moteurs, reste limitée à leurs troncs et ne se généralise pas dans les membres où le torrent circulatoire ne se transporte plus. Les résultats ultérieurs de l'expérience viennent pleinement confirmer cette manière de voir; une fois les effets du poison produits, la grenouille empoisonnée par la strychnine ne présente plus de mouvements réflexes soit dans le train postérieur, soit dans les autres parties du corps; et si l'on découvre les nerfs pour en exciter les fibres motrices à l'aide du galvanisme, on constate que tantôt ils sont encore doués d'une certaine excitabilité, et que tantôt, au contraire, ils en sont complètement privés. C'est ce qui arrive lorsque l'empoisonnement a été fait à forte dose et pendant les chaleurs de l'été; mais cette perte d'excitabilité est générale; elle est toujours consécutive à la perte de sensibilité, c'est-à-dire à l'abolition complète des mouvements réflexes par suite de la paralysie des nerfs sensitifs.

Les choses se passent bien différemment chez la grenouille empoisonnée par le curare; les nerfs sensitifs ont partout conservé leurs propriétés, et les nerfs moteurs sont paralysés dans toute l'étendue du corps, au-dessus de la ligature, tandis qu'au-dessous les mouvements persistent; cela est tellement vrai qu'en jetant la grenouille dans un bassin d'eau, elle se met à nager avec les pattes postérieures, bien que la partie antérieure du corps soit complètement paralysée. Rien d'analogue ne se présente pour la strychnine; vous voyez donc, messieurs, combien est grande la différence entre l'action de ces deux substances.

Mais ce n'est pas des poisons qui dirigent leur influence

sur les nerfs que je me propose de vous entretenir aujourd'hui ; je veux vous parler de quelques-uns des agents qui détruisent les propriétés physiologiques de la fibre musculaire ; ils sont excessivement nombreux. Vous connaissez déjà parmi les substances de cette classe la digitaline et l'upas antiar ; car l'upas tieuté n'est au fond qu'une préparation à base de strychnine. Je vous présente ici deux autres substances de provenance organique, le corowal et le vao, dont les propriétés ont été fort bien étudiées par M. Mitchell de Philadelphie ; ces deux poisons jouissent de propriétés analogues ; ils négligent, pour ainsi dire, le système nerveux pour diriger toute leur énergie sur le système musculaire. Je ne prétends point assurément confondre des corps dont la provenance et la composition chimique sont différentes. Je dis seulement qu'elles se ressemblent par un caractère commun ; c'est la fibre musculaire qu'elles attaquent spécialement et invariablement. Il existe un grand nombre d'agents qui jouissent de la même propriété ; la vératrine, par exemple, est dans le même cas, et d'autres poisons dont la nature est plus imparfaitement connue, méritent aussi une place parmi cette série de substances.

Voici, par exemple, des flèches qui m'ont été remises par M. Boussingault ; elles proviennent de l'Amérique du Sud. Je ne sais nullement quelle est la nature du poison qu'elles renferment. Ce n'est point du curare, comme on l'avait supposé : car c'est sur les muscles et non sur les nerfs que s'exerce son action toxique. Je serais tenté de croire qu'il s'agit ici du venin de ces crapauds qui abondent dans le pays où ces flèches sont fabriquées ; le venin

de crapaud jouit en effet d'une action fort énergique sur la fibre musculaire. Mais il faut convenir que la substance inconnue dont il s'agit ici de déterminer la nature présente des caractères fort différents de ceux qu'on attribue ordinairement aux venins; permettez-moi donc, à ce propos, de vous exposer quelques réflexions au sujet des venins en général, et de celui du crapaud en particulier; elles sont le résultat des recherches que je viens d'entreprendre et que je poursuis encore sur cette partie intéressante et peu connue de la science des poisons.

Les effets toxiques que produisent sur les animaux ces flèches empoisonnées, sembleraient au premier abord établir, ainsi que nous vous l'avons dit, une frappante analogie entre le principe actif dont elles sont imprégnées et le suc venimeux que sécrètent les crapauds dans ces climats; mais, lorsqu'on étudie cette substance inconnue au point de vue chimique, il se présente une objection: car on est forcé de reconnaître qu'il s'agit d'un corps parfaitement stable, dont les propriétés ne sont point détruites par une immersion prolongée dans l'eau bouillante et qui se dissout fort bien dans l'acool sans perdre aucun de ses caractères. En effet, les flèches qui ont été plongées pendant quelque temps dans ce liquide se trouvent entièrement dépouillées de leurs propriétés toxiques, tout en conservant leur couleur noirâtre; et lorsqu'on évapore jusqu'à siccité l'alcool dans lequel elles ont séjourné, le principe actif se retrouve dans les résidus de l'opération, car en les reprenant par l'eau on obtient un poison qui produit sur les animaux des effets semblables en tout point à ceux que produisent les flèches elles-mêmes.

On est habitué à des idées tout opposées par rapport aux venins; on les considère en général comme des corps très peu stables, participant à la nature des ferments, se détruisant comme eux sous l'influence de la chaleur, étant altérables dans l'alcool ou insolubles dans ce liquide. Vous voyez par conséquent que toutes ces considérations semblaient devoir nous faire renoncer à notre supposition; cependant, en physiologie, quelque vraisemblables ou invraisemblables que paraissent certaines hypothèses, il ne faut jamais se dispenser de les vérifier par l'expérimentation directe, même dans le cas où il peut paraître inutile ou presque absurde de le faire. C'est donc pour nous conformer à cette règle ou à cette consigne, que nous suivons invariablement dans nos recherches, que nous avons examiné le venin du crapaud, pour savoir s'il présentait les caractères d'un ferment, et, contre notre attente, il s'est trouvé que ce venin résiste à l'action de la chaleur, qu'il est soluble dans l'alcool et qu'il est tout aussi stable, en un mot, que le poison des flèches. Enfin, un dernier caractère qu'on attribue généralement aux venins, c'est de ne pas empoisonner les animaux qui les produisent; on avait admis qu'il en était ainsi pour la vipère, et pour le crapaud on était arrivé à la même conclusion; il s'agissait donc de vérifier encore ce dernier point, car j'avais constaté que les crapauds sont assez promptement empoisonnés par les flèches. Or, les expériences que nous avons tentées à cet égard ne peuvent laisser aucun doute; le crapaud succombe à l'action de son propre venin, seulement il est vrai de dire qu'il résiste à l'empoisonnement bien plus longtemps que la grenouille.

Toutefois, n'oublions point que cette résistance que présente le crapaud à l'action de son propre venin n'est point du tout un cas particulier chez cet animal ; l'upas antiar et d'autres substances toxiques le trouvent bien plus réfractaire que la grenouille et il en faut une dose beaucoup plus considérable pour l'empoisonner.

Nous pouvons donc rattacher ces faits au principe général que vous nous avez souvent entendu développer : à savoir, qu'il n'y a point de différences essentielles entre les tissus homologues de tous les êtres vivants ; mais qu'il peut exister des différences de degré dans les propriétés, et cela chez des animaux d'ailleurs très rapprochés dans l'échelle zoologique. Vous voyez, enfin, que l'étude des venins est encore très peu avancée, et qu'il serait nécessaire d'examiner chacune de ces substances en particulier, car je ne prétends nullement étendre les considérations dans lesquelles je viens d'entrer à propos du venin de crapaud aux venins qui n'ont pas été étudiés à ce point de vue spécial.

Revenons maintenant à l'explication des effets que produisent les poisons qui tuent le système musculaire. Le résultat le plus grave de l'action de ces diverses substances est la cessation des battements du cœur. On peut en effet diviser les poisons musculaires en deux classes bien distinctes : les uns portant leur action sur la fibre contractile du cœur avant de détruire les autres parties du système musculaire : tels sont l'upas antiar, la digitaline, le corowal et le vao ; les autres, tels que le venin de crapaud, le principe vénéneux des flèches empoisonnées, suivent une marche différente dans leurs effets : les

muscles volontaires sont paralysés les premiers, le cœur ne s'arrête qu'à une période plus avancée de l'empoisonnement. On comprend, dès lors, combien l'énergie de ces poisons doit varier, selon l'organisation des animaux qui en subissent l'influence ; une faible dose de corowal suffit pour foudroyer un oiseau presqu'à l'instant ; même un lapin ne succombe qu'au bout de quelques minutes, une grenouille peut vivre assez longtemps après l'inoculation de l'agent toxique ; cela ne doit point vous étonner ; vous savez en effet que ce dernier animal peut survivre plusieurs heures à l'arrachement complet du cœur.

Nous allons maintenant pratiquer quelques expériences sur divers animaux avec ces poisons, et vous pourrez vous assurer que, loin de ressembler au curare et à la strychnine qui tuent en attaquant le système nerveux, ils laissent des altérations profondes dans les propriétés physiques des muscles dont ils ont altéré les propriétés physiologiques.

Voici deux pigeons. Par une incision pratiquée au devant de la poitrine, on met à nu les fibres musculaires chez ces deux animaux, et le papier de tournesol y décèle une réaction manifestement alcaline. L'un des pigeons est tué par une flèche empoisonnée, l'autre par une injection de curare dans le tissu cellulaire ; en même temps une grenouille est empoisonnée par l'introduction d'une faible dose de corowal sous la peau, elle est ensuite replacée dans son bocal pour attendre les effets du poison.

Vous voyez donc, messieurs, qu'à l'état sain, le tissu

musculaire présente une réaction manifestement alcaline; mais chez les animaux empoisonnés par l'une de ces substances qui agissent sur les éléments contractiles, la réaction du suc musculaire devient acide, et la rigidité cadavérique se produit en quelque sorte immédiatement. Ces deux modifications du tissu musculaire se produisent également d'une manière spontanée après la cessation de la vie, mais bien plus lentement. Quand chez un animal mort non empoisonné vingt-quatre heures se sont écoulées, les propriétés électriques du tissu musculaire subissent aussi une singulière modification; car dans l'état ordinaire, la surface externe d'un muscle est électrisée positivement, et sa surface interne, mise à nu par une coupe, est électrisée négativement. Or, depuis longtemps j'ai constaté que le contraire a lieu chez les animaux qui ont succombé à ces agents toxiques. Enfin, lorsqu'on ouvre les corps immédiatement après la mort, on trouve le cœur contracté, rigide, immobile et complètement vide, de telle sorte que ses parois transparentes chez la grenouille ont perdu la couleur rouge que leur donne le sang renfermé dans les cavités du cœur et paraissent, par conséquent, blanches et complètement incolores.

Il est facile de s'assurer que le tissu musculaire est ici seul en cause; car si vous appliquez une ligature autour d'un membre avant d'empoisonner un animal, de manière à empêcher le poison d'atteindre cette partie, vous constaterez que tous les autres muscles du corps demeurant insensibles à l'action du galvanisme, ceux du membre ainsi protégé contre les effets toxiques subissent encore l'action de ce stimulant lorsqu'il est appliqué aux nerfs

qui les animent, preuve évidente que les fibres musculaires ont seules été frappées, tandis que les nerfs conservent, comme toujours, leurs propriétés vitales.

Maintenant nous allons pratiquer l'autopsie des animaux empoisonnés il y a un instant ; chez le pigeon tué par une flèche, le cœur est immobile et rigide, les muscles contracturés et complètement insensibles à l'action du galvanisme. Les mêmes phénomènes peuvent être constatés chez la grenouille, dont le cœur est également rigide et parfaitement décoloré ; chez ces deux sujets, les muscles présentant une réaction manifestement acide. Chez le pigeon tué par le curare, le cœur bat encore, et lorsqu'enfin ses pulsations auront complètement cessé, la rigidité sera longtemps à paraître. Les muscles des membres, chez ce dernier animal, répondent encore énergiquement à l'incitation électrique et présentent une réaction alcaline.

Vous me permettrez sans doute, messieurs, de saisir cette occasion pour vous présenter quelques réflexions sur les rapports qui peuvent exister entre les phénomènes physiologiques qui s'accomplissent au sein des tissus vivants et les propriétés physico-chimiques dont ils sont doués. On peut dire d'une manière générale que les propriétés physiologiques des muscles, des nerfs et de tous les autres tissus ne peuvent se manifester qu'à la condition d'être accompagnées de certains phénomènes physiques ou chimiques d'un ordre tout particulier, et qu'il existe un rapport direct entre l'intensité que présentent les uns et l'énergie avec laquelle s'accomplissent les autres. Peu de temps après la mort, on voit les caractères biologiques des

tissus s'éteindre à peu près en même temps que leurs propriétés physico-chimiques. C'est ainsi que dans les muscles le courant électrique disparaît à peu près en même temps que la contractilité, et que dans les nerfs le pouvoir électro-tonique s'efface en même temps que l'excitabilité physiologique. On serait donc tenté de croire à l'existence d'un rapport de cause à effet entre ces deux ordres de phénomènes. Je suis porté à croire qu'il s'agit là d'une simple coïncidence dans la majorité des cas ; et il ne faudrait pas admettre que les propriétés vitales d'un tissu subsistent par cela seul que les phénomènes physiques ou chimiques n'ont point disparu. En effet, une preuve manifeste de cette indépendance réciproque nous est fournie par l'expérience suivante : nous tuons un lapin par la section du bulbe rachidien; l'excitabilité nerveuse, l'irritabilité musculaire et le courant électrique des muscles disparaissent peu à peu et s'éteignent complètement quelques heures après la mort; mais quand l'animal a été empoisonné par l'upas, les résultats sont tout différents; l'irritabilité normale des muscles disparaît de vingt-cinq à trente secondes après la mort, tandis que le courant électrique se maintient pendant quatre ou cinq heures. Nous constatons de même que la réaction alcaline des muscles n'est pas inséparablement liée à leur pouvoir contractile et que l'état électro-tonique des nerfs n'est point nécessairement lié non plus à la faculté de transmettre les ordres de la volonté.

Nous sommes loin de vouloir soutenir que la perte des propriétés physiologiques d'un tissu pourrait ne se rattacher à aucune lésion matérielle, nous voulons seulement

indiquer que, dans un grand nombre de cas, cette lésion est encore à déterminer, et qu'il faut la chercher dans une tout autre direction ; les phénomènes physiques et chimiques que nous voyons se produire dans les tissus paraissent nécessairement accompagnés par les propriétés vitales, mais il nous est impossible d'affirmer qu'ils sont engendrés par elles.

Nous terminerons ici, messieurs, le cours de pathologie expérimentale pour ce semestre; nous reprendrons ces études au point où nous les quittons aujourd'hui, et quelques-uns des principes généraux de la science ayant été formulés, nous pourrons aborder l'étude de certains sujets particuliers. Je me bornerai toutefois à vous dire d'une manière générale que j'ai l'intention de chercher à reproduire chez les animaux des affections morbides, afin d'en étudier analytiquement le mécanisme, ne perdant jamais de vue ce principe fondamental : « La pathologie « expérimentale doit être invariablement fondée sur la « physiologie. »

LEÇONS

SUR LES

PROPRIÉTÉS DE LA MOELLE ÉPINIÈRE

PREMIÈRE LEÇON

PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DU SYSTÈME NERVEUX.

SOMMAIRE : Réflexions préliminaires. — But général du cours. — Influence du système nerveux sur tous les actes de la vie. — Les racines nerveuses se divisent en *sensitives* et en *motrices*. — Dans l'état actuel de la science cette distinction est insuffisante. — Les propriétés physiologiques des tissus vivants, avant de disparaître en entier, subissent une série de modifications très importantes à connaître. — L'action des maladies modifie nos tissus d'une manière graduelle, au lieu de les désorganiser brusquement. — L'extirpation subite d'un organe ne donne donc pas une idée juste des actions pathologiques. — Exemple tiré des modifications de la sensibilité. — Plaies récentes. — Différence entre les tissus doués de sensibilité et les autres qui ne le sont pas ; il n'existe entre eux qu'une différence de degré. — Les variations de la sensibilité se rapportent toujours aux fonctions des racines postérieures. — Les nerfs pneumo-gastriques sont privés de sensibilité chez les animaux à jeun ; ils deviennent sensibles pendant l'acte de la digestion. — Les modifications qui surviennent dans les propriétés d'un nerf se rattachent habituellement à l'état des tissus auxquels il se distribue. — Effets produits par la section du grand sympathique. — L'augmentation de l'activité musculaire est l'une des causes principales qui développent la sensibilité de certaines régions du corps. — Les impressions sensitives ne peuvent s'exprimer que par des mouvements. — Indications fournies par le cardiomètre dans les cas douteux.

MESSIEURS,

Après avoir abordé, dans le cours du semestre dernier, les questions générales qui se rattachent aux études

que nous avons entreprises, nous devrions entrer directement en matière. Il s'agirait d'examiner successivement les principaux appareils de l'économie, au point de vue des affections diverses dont ils peuvent devenir le siège. Le programme serait immense, et nous ne prétendons pas, assurément, le remplir dans toute son étendue; de pareils desseins seraient évidemment irréalisables. Il nous suffira, en effet, d'avoir démontré, dans nos leçons précédentes, qu'il faut toujours greffer la pathologie expérimentale sur la connaissance préalable de l'état physiologique, et ne jamais perdre de vue l'être vivant en pleine santé, lorsqu'on cherche à comprendre le travail qui s'accomplit chez l'être vivant malade. Pour le moment, il nous serait manifestement impossible de procéder à ces recherches physiologiques, sur des organes dont la physiologie nous est encore imparfaitement connue ; il faudrait, avant tout, pouvoir combler, à cet égard, les lacunes de la science. Voilà pourquoi l'on ne saurait avoir la prétention, en pathologie expérimentale, de parcourir dans son entier le vaste champ de la nosologie scientifique ; nous nous contenterons d'en examiner quelques points particuliers ; heureux si, dans le cours de nos études, il nous est donné de planter quelques jalons dans ce champ, qui ne peut être défriché que par les travaux de plusieurs générations successives. J'ai pensé que pour servir d'introduction à ces recherches il conviendrait de choisir l'étude du système nerveux. Aucun ordre n'était indispensable à suivre dans cet examen des fonctions de l'économie ; seulement, il m'a paru convenable d'accorder la première place à l'appareil qui

présente le plus grand caractère d'universalité. Nous examinerons donc la propriété du système nerveux, en fixant, à l'avance, les conditions des expériences destinées à mettre en lumière l'action qu'il exerce à l'état normal, et les modifications qu'elle peut subir, par suite des altérations pathologiques, que nous chercherons à déterminer à volonté par des procédés artificiels. La connaissance des fonctions de cet appareil harmonisateur des phénomènes de la vie est un guide indispensable dans l'étude des maladies, car il serait impossible de suivre l'enchaînement des symptômes, dans une série morbide, si l'on ne connaissait pas à l'avance la part qui revient au système nerveux.

Le système nerveux jouit chez tous les animaux d'une importance qui s'accroît à mesure qu'on s'élève dans l'échelle des êtres ; de telle sorte que, chez l'homme et les principaux mammifères, on peut dire qu'il est la source première de tous les phénomènes de la vie. Mais ce grand appareil se prête lui-même à plusieurs fonctions distinctes ; et nous devons aux travaux de Ch. Bell et aux expériences de Magendie l'une des plus belles conquêtes de la physiologie moderne ; à savoir la séparation des nerfs en sensitifs et en moteurs. Mais ce premier succès ne suffit point pour nous satisfaire ; les besoins de la physiologie, et surtout de la pathologie, nous obligent à aller plus loin.

Les anatomistes et les physiologistes semblent cependant avoir résumé là tout le problème. Coupez un nerf ; une paralysie du sentiment résulte de l'opération ; donc le nerf est sensitif, direz-vous. Coupez-en un autre, c'est

une paralysie du mouvement qui va se produire sous vos yeux, donc le nerf est moteur. Après avoir ainsi reconnu les fonctions des nerfs spinaux, on s'est occupé de séparer celles des nerfs crâniens, toujours par le même procédé; enfin, on a porté cette analyse jusqu'au sein de l'encéphale. On dirait, en un mot, que toute l'histoire du système nerveux nous serait connue, le jour où l'on saurait distinguer, avec certitude, les fibres motrices des filets sensitifs. L'expérience est cependant aussi élémentaire que le procédé lui-même est grossier ; car, entre la localisation d'une fonction et son explication, il y a une grande distance, et c'est l'explication fonctionnelle dont la connaissance intéresse particulièrement le physiologiste et le médecin. Le mode progressif de cessation fonctionnelle peut seul nous instruire sur le mécanisme de la mort. En effet, la maladie ne tue jamais nos organes du premier coup; elle les altère d'abord, et ce n'est qu'après une longue série de transformations morbides que la mort survient comme dernier terme de cette dislocation successive. Il ne suffit donc pas, pour bien comprendre un phénomène morbide, de léser un organe ou de l'extirper, et de constater ensuite ce qui survient au sein de l'économie après cette mutilation; mais il faut suivre pas à pas l'apparition et la marche des troubles fonctionnels en étudiant parallèlement les transformations que subit l'appareil avant de parvenir à une désorganisation complète. C'est seulement alors qu'on peut se flatter d'avoir pris la nature sur le fait.

Le système nerveux, destiné à mettre l'individu en rapport avec le monde extérieur, détermine en même

temps, par réaction, les modifications les plus variables sur les organes intérieurs, suivant l'état particulier dans lequel il se trouve. Les impressions perçues par les nerfs sensitifs, par exemple, se traduisent presque toujours en mouvements, surtout pour ce qui touche à la vie animale ; or, il est évident que l'intensité de ces divers mouvements peut varier dans des limites fort étendues. Mais les propriétés du système sensitif, considérées en elles-mêmes, nous sont encore complètement inconnues ; en effet, si nous appelons *excitabilité* la faculté que possèdent les nerfs de cet ordre, d'être excités lorsqu'ils sont en contact avec des agents extérieurs, qui nous expliquera les variations si remarquables de cette excitabilité ? Qui nous dira pourquoi les mêmes agents déterminent, suivant les individus, des impressions tellement différentes ? Comment se fait-il enfin que la sensation se produise quelquefois quand l'agent n'existe pas ?

Nous vous avons déjà entretenus des changements que subit la sensibilité nerveuse dans certaines conditions données ; une plaie récente est moins douloureuse, au moment où les tissus viennent d'être divisés, que lorsque des modifications spéciales ont eu le temps de survenir dans les extrémités des nerfs coupés ; et cette altération spéciale, dont l'existence nous explique les vives douleurs ressenties à l'état pathologique dans des tissus habituellement privés de toute sensibilité, doit, sans doute, être également invoquée pour rendre raison des résultats contradictoires que divers observateurs ont obtenus de leurs expériences sur la sensibilité récurrente ; car le pincement, le broiement et même le simple contact des

corps étrangers peuvent devenir insupportables aux extrémités d'un nerf divisé depuis quelque temps, lorsqu'au premier instant ils étaient à peine sentis par l'animal, d'ailleurs très affaibli par une longue et pénible opération. On comprend dès lors comment la distinction établie par Haller entre les parties sensibles et non sensibles du corps a pu faire naître des discussions interminables; chaque expérience peut donner lieu à des résultats particuliers, suivant les conditions dans lesquelles elle s'est accomplie. Mais, en tout cas, l'exaltation de la sensibilité est invariablement un phénomène qui résulte de l'action exagérée des racines postérieures; car, aussitôt qu'on les divise, toute sensibilité disparaît dans les parties correspondantes, soit qu'il s'agisse de parties nerveuses, soit qu'il s'agisse de tissus étrangers au système nerveux.

En cherchant à interpréter cette série de phénomènes relatifs à la sensibilité, nous éprouvons la même difficulté que lorsqu'il s'agit de ces vaisseaux capillaires qu'on voit se développer à l'état pathologique si rapidement dans les organes enflammés; faut-il supposer que de nouveaux capillaires ont été pour ainsi dire créés sur place par l'inflammation, ou bien que des conduits vasculaires déjà formés, mais trop étroits pour livrer passage aux globules, ont été subitement élargis, et parviennent de la sorte à simuler une création nouvelle de vaisseaux, qui n'existaient point avant l'apparition de la maladie? On voit que l'on pourrait s'adresser la même question au sujet des nerfs sensitifs, lorsqu'ils se trouvent hypéresthésiés; s'agit-il d'un développement anormal de filaments nerveux, ou faut-il croire à une simple exal-

tation des propriétés dont jouissent les racines postérieures? On pourrait appuyer sur des raisons valables l'une ou l'autre de ces deux hypothèses. On peut admettre un réseau capillaire nerveux, et il est demontré d'ailleurs que la sensibilité des racines postérieures peut subir, même à l'état physiologique, des oscillations considérables chez le même individu, suivant les conditions particulières dans lesquelles il est placé. On connaît l'empire qu'une forte préoccupation d'esprit peut exercer sur la sensibilité périphérique, au point de l'anéantir presque en entier, sans qu'il se soit produit néanmoins aucune altération de la santé de l'individu; on sait aussi que toute sensation violente a pour effet d'imposer silence pendant un certain temps aux sensations parallèles, suivant le célèbre aphorisme d'Hippocrate : *Duobus doloribus simul obortis, non in eodem loco, vehementior obscurat alterum*. Mais un exemple encore plus physiologique, si je puis ainsi parler, nous est offert par le nerf pneumogastrique ; j'ai vu, en effet, que ce gros tronc, chez les animaux à jeun, pouvait être, en général, impunément excité sans produire la moindre douleur; tandis que la plus légère irritation portée sur lui pendant que la digestion est en train de s'accomplir, provoque sur-le-champ des sensations pénibles, qui se traduisent par les cris et les mouvements convulsifs de l'animal; et cependant il ne s'agit point là, à coup sûr, d'une transformation morbide.

Il existe donc des variations purement physiologiques de la sensibilité, variations qu'il nous importe d'autant plus de connaître, que les nerfs sensitifs sont, comme nous l'avons vu, l'un des intermédiaires les plus puissants

pour la génération des maladies, et que les centres moteurs reçoivent, dans un assez grand nombre de cas, leurs excitations de la périphérie. Qu'un nerf moteur soit dans divers états de l'économie plus ou moins facile à exciter, ce n'est point dans le centre, mais à la périphérie du système nerveux qu'il faudra le plus souvent chercher la source de cette modification. Pour revenir à l'exemple que nous avons cité tout à l'heure, est-ce dans le cerveau qu'il faut chercher la cause de la différence si prononcée que présente le pneumogastrique sous le rapport de l'excitabilité, pendant la digestion et lorsque l'animal est à jeun? Probablement non ; mais à la périphérie, aux extrémités du nerf, dans la muqueuse stomacale, que nous voyon se tuméfier et devenir rouge au contact des aliments, tandis qu'elle demeure pâle et exsangue pendant la vacuité de l'estomac. L'affluence du sang autour de ces dernières ramifications serait, dans ce cas, le véritable excitant qui réagit sur la sensibilité du nerf.

Il faut sans doute expliquer de même la différence profonde qui sépare les nerfs sous le rapport de l'excitabilité par le galvanisme. Certains nerfs, en effet, obéissent à de très faibles courants ; d'autres, pour se laisser ébranler, en exigent de très énergiques ; un exemple frappant de cette opposition, qui ne doit pas encore avoir échappé à votre mémoire, vous est offert par la corde du tympan. Lorsqu'on compare son excitabilité à celle des filets sécréteurs de la glande parotide mesurée par la méthode de du Bois-Reymond, on voit que l'excitabilité de la corde du tympan est bien plus grande. A quoi devons-nous attribuer cette différence? La sensibilité comparativement

si développée de la corde du tympan se rattache-t-elle à quelque propriété particulière du centre nerveux? Ou bien est-ce à la périphérie qu'il faut en chercher la cause, dans le tissu plus vasculaire de la glande sous-maxillaire qui imprimerait un caractère spécial au nerf qui vient l'animer? Ce serait donc par un mécanisme analogue que la vascularisation normale ou pathologique des tissus agirait sur le nerf dont les ramifications viennent se répandre dans le parenchyme d'un organe. Il est facile de vérifier le fait en observant les effets de la section du grand sympathique, qui, paralysant les vaisseaux, les abandonne sans aucun pouvoir de résistance à la pression du sang. Par cette opération, vous augmentez donc d'un seul coup la quantité du sang qui traverse la partie affectée; la température qu'elle présente et la sensibilité dont elle est douée augmentent, comme si les tissus donnaient aux nerfs qui les animent des propriétés spéciales. Lorsque, d'un autre côté, nous disons que le grand sympathique agit lentement sur les muscles de la vie organique, et que les effets de son excitation durent longtemps, nous n'exprimons en réalité que les attributs de la fibre musculaire non striée : le nerf ne fait que mettre en relief les propriétés du tissu. Les effets de l'état pathologique doivent être envisagés de la même manière; si, par une observation attentive et à l'aide d'un appareil électrique gradué, vous constatez la sensibilité d'un nerf cutané à l'état physiologique, vous pourrez aisément vous assurer, après avoir fait une brûlure ou mis un vésicatoire sur la région correspondante, que la sensibilité s'est fortement développée; et, en comparant les nerfs des deux côtés, vous trouverez celui du côté malade beaucoup

plus sensible que celui du côté sain; un courant galvanique très faible produira sur le premier point une vive douleur, et sera à peine senti sur le second.

On peut donc conclure que la vascularisation d'un organe produit des effets qui réagissent sur tout le trajet des nerfs qui lui sont affectés.

Nous voyons ainsi que les nerfs, soit de sentiment, soit de mouvement, présentent dans l'intensité de leurs propriétés les variations les plus considérables, depuis la nullité absolue jusqu'à l'irritabilité la plus exagérée ; mais il est complètement impossible d'établir, sous ce rapport, des limites précises entre l'état physiologique et l'état morbide, et de dire : ici finit la santé ou l'état normal ; ici commence la maladie ou l'état pathologique. Car il est un point où les deux conditions opposées se touchent et se confondent ; et si l'irritation morbide que cause une lésion traumatique exalte la sensibilité, l'activité physiologique d'une fonction normale amène exactement les mêmes résultats.

L'étude et l'appréciation de ces phénomènes présentent de grandes difficultés ; car il ne s'agit pas seulement d'en constater l'existence, il faut encore en mesurer l'intensité. Or, en physiologie, il n'existe rien d'absolu, tout est relatif. Un nerf ne saurait exister par lui-même, il n'existe que par rapport aux organes qu'il anime, et aux centres dont il émane. Vous voyez, par conséquent, que ce sont toujours des mesures relatives que nous avons à chercher, encore est-il souvent fort difficile de les obtenir. Nous essayons, par exemple, de provoquer des sensations, mais, pour savoir si nous avons réussi, il faut que l'animal

nous en avertisse; s'il ne pousse aucun cri, s'il ne fait aucun mouvement, nous ne pouvons pas savoir s'il a éprouvé une douleur ou non. C'est seulement dans les cas où, par une circonstance exceptionnelle, on opère sur l'homme, que l'on peut obtenir des renseignements précis; c'est ainsi que Magendie a pu s'assurer que la sensibilité de la rétine est bornée aux impressions lumineuses; car, quand on l'excite chez l'homme, elle ne ressent aucune douleur, mais elle perçoit la lumière, et cette sensation, par un effet réflexe, détermine le resserrement de la pupille. Il faut ajouter qu'il existe des animaux qui, même en présence d'un vive douleur, demeurent presque complètement impassibles; c'est ce qui arrive pour certaines races de chiens, le chien de berger, par exemple. Que pouvons-nous faire alors? En irritant les racines postérieures, par exemple, nous concluons qu'elles sont sensibles parce que l'animal se plaint et fait des mouvements; mais, s'il demeurait immobile, comment pourrions-nous démontrer l'existence de cette propriété? Et si l'animal ne crie pas, comment pouvons-nous affirmer qu'il ne sent rien?

Nous avons souvent employé avec succès un nouveau procédé pour constater l'existence de la sensibilité, quand l'animal ne donne aucun signe de douleur; ce moyen, c'est le cardiomètre. Cet instrument, vous le savez, n'est autre chose qu'un manomètre très sensible, et que l'on peut adapter aux artères pour constater la pression du sang et l'énergie du cœur; or, la sensibilité de ce muscle est si grande, qu'une impression pour ainsi dire latente, et qui ne se trahit au dehors par aucun mouvement, sera révélée par l'augmentation de sa force impulsive. L'effet si

remarquable des émotions morales suffirait au besoin pour vous en donner la preuve. Mais je vous montrerai qu'on peut toucher un nerf assez légèrement pour ne provoquer aucun mouvement volontaire chez l'animal, et que cependant l'élévation du mercure dans l'instrument nous apprend sur-le-champ que la sensibilité nerveuse a subi une impression. Quand la racine postérieure est préalablement coupée, jamais cet instrument ne donne aucun indice; nous pouvons alors être assurés que la sensibilité est définitivement éteinte.

Nous étudierons les propriétés du système nerveux à l'aide des expériences classiques que vous connaissez déjà. Mais nous ne nous contenterons pas de constater simplement l'existence d'un phénomène; nous voulons aussi en mesurer l'intensité et en apprécier toutes les nuances. Enfin, nous ne perdrons aucune occasion de vous signaler les applications à la pathologie qui découlent de cet ordre de faits; car c'est là, messieurs, vous le savez, le but particulier que nous cherchons à réaliser dans notre enseignement.

DEUXIÈME LEÇON

DES FONCTIONS DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

SOMMAIRE : Le caractère essentiel du système nerveux au point de vue physiologique, c'est le dualisme. — La sensibilité et la motricité sont les deux grandes propriétés qui de tout temps ont été rapportées au système nerveux. — Division anatomique relative aux propriétés des deux grands ordres de nerfs. — Nerfs mixtes. — Recherches anatomiques de Charles Bell. — Expériences de Magendie et de Müller. — Pourquoi les animaux inférieurs se prêtent-ils mieux aux recherches de ce genre? — Procédés opératoires pour ouvrir le canal rachidien. — Disposition anatomique des racines spinales chez le chien. — Expériences diverses sur les propriétés des nerfs rachidiens. — Expériences de Legallois sur les effets de la destruction totale de la moelle épinière. — Analyse des phénomènes de la sensibilité récurrente. — Peut-elle s'expliquer par les anastomoses qui existent entre les nerfs sensitifs et moteurs ? — Les anastomoses des fibres nerveuses se font probablement aux extrémités terminales des nerfs. — Dans quelques cas, l'union s'opère sur un point plus rapproché des centres. — Expériences sur le nerf sciatique. — Chez les animaux soumis à l'anesthésie, les racines postérieures sont les dernières à perdre la sensibilité et les premières à la recouvrer.

Messieurs,

Nous allons commencer l'étude physiologique du système nerveux, en nous occupant des propriétés de la moelle épinière, cet axe central, d'où partent et auquel aboutissent la plupart des nerfs périphériques, et qui sert d'intermédiaire entre l'encéphale d'une part et la surface extérieure du corps de l'autre.

Le premier fait qui se présente à l'esprit lorsque l'on

considère dans son ensemble la physiologie du système nerveux, c'est la dualité si caractéristique de ses fonctions; le sentiment, le mouvement, tels sont les deux grands phénomènes que les observateurs de tous les temps ont rapportés à l'action des nerfs; et, longtemps avant d'en avoir obtenu la preuve expérimentale, on croyait à l'existence des nerfs sensitifs parfaitement distincts des nerfs moteurs.

La moelle épinière présente des sillons profonds qui la divisent en cordons postérieurs, cordons antérieurs et latéraux. Les premiers donnent naissance à des paires nerveuses qui présentent un renflement ganglionnaire près de leur origine; les seconds sont le point de départ d'autres cordons nerveux qui ne sont point munis de ganglions. Ces deux ordres de nerfs ne tardent pas à se confondre, et l'on trouve, au sortir du canal vertébral, un nerf mixte, doué à la fois des propriétés sensitives et motrices. Les nerfs de ce genre ont longtemps été les seuls connus des anciens; toutefois cette distinction profonde des paires rachidiennes à leur origine relativement à leurs fonctions avait été soupçonnée par les anatomistes. Walker, par exemple, se fondant sur certains faits pathologiques, crut pouvoir attribuer aux racines antérieures la faculté sensitive, aux postérieures la puissance motrice. Les recherches anatomiques de Ch. Bell l'avaient conduit à une opinion contraire; les expériences de Magendie ont amplement démontré que les racines postérieures de la moelle sont les véritables conducteurs de la sensibilité, tandis que les racines antérieures sont consacrées au mouvement.

Müller a répété ces expériences avec succès sur les grenouilles, qu'il préfère à tous les autres animaux pour cet usage, parce que l'opération se pratique plus facilement, et ne les fatigue point, comme lorsqu'il s'agit des mammifères ; chez ces derniers, dit-il, les troubles qui résultent de l'opération peuvent souvent induire en erreur au sujet des propriétés légitimes des nerfs de la moelle épinière. Nous devons à cet auteur les premières applications méthodiques du galvanisme à l'étude des propriétés du système nerveux ; il l'employa comme moyen de distinguer les racines motrices des nerfs sensitifs.

Le choix des animaux dans la pratique des expériences ne peut être justifié que dans l'hypothèse où les propriétés des nerfs seraient exactement les mêmes chez les animaux inférieurs que chez l'homme ; l'analogie nous autorise à le supposer et l'expérience directe l'a pleinement démontré. Si les tissus de même nature ne se comportaient pas de la même façon aux divers degrés de l'échelle animale, toute comparaison entre les animaux d'espèces diverses cesserait inévitablement ; mais, heureusement pour la science, il n'en est pas ainsi ; ce qui est vrai chez les êtres dont l'organisation est le plus compliquée, se trouve également vrai pour les organisations les plus simples. Mais, la disposition topographique étant fort différente, on comprend sans peine qu'une opération fort pénible sur le chien (telle que l'ouverture du canal rachidien), puisse être, au contraire, beaucoup plus simple à pratiquer sur la grenouille. Il arrive même que des expériences, impossibles à faire chez un animal donné, se réalisent sans difficulté chez un autre.

Rien n'est plus important, en physiologie expérimentale, que de bien fixer les conditions dans lesquelles une opération se pratique. Or, lorsqu'il s'agit des propriétés des racines rachidiennes, sur lesquelles l'histoire du système nerveux est entièrement fondée, vous comprendrez sans peine combien nous devons tenir à vous indiquer d'une manière précise les règles qui devront vous guider dans l'opération.

Le procédé actuellement employé consiste à mettre à découvert la moelle épinière en ouvrant le canal vertébral. On peut choisir pour cette expérience la plupart des mammifères domestiques, le chien, le chat, le lapin, le cochon d'Inde, etc. Mais les chiens nous paraissent, de tous les animaux, ceux sur lesquels on peut le plus facilement constater les propriétés de l'axe médullaire, grâce à une disposition anatomique qui leur est propre.

La moelle épinière, chez les mammifères, se termine au niveau de la deuxième vertèbre lombaire, en donnant naissance aux nerfs de la queue de cheval, qui sortent du canal vertébral par des trous de conjugaison assez éloignés de leur point d'origine. Il faut donc habituellement choisir pour ces recherches les deux dernières paires lombaires et la première sacrée, dont les racines sont très longues; dans les autres régions, on est exposé à trouver les origines des paires nerveuses beaucoup trop courtes pour servir commodément aux expériences. Or, il faut encore savoir que les racines des nerfs rachidiens sont enveloppées par les méninges et baignées par le liquide céphalo-rachidien, comme la moelle épinière elle-même, jusqu'à leur point d'émergence de la dure-mère. On peut donc pratiquer

l'expérience, soit en ouvrant les méninges rachidiennes pour mettre à nu ces paires nerveuses, soit en les respectant et en prenant la racine en dehors de la dure-mère, ce qui vaut beaucoup mieux ; mais si l'on opère sur un animal chez qui les deux racines, sensitive et motrice, sont emprisonnées dans une seule et même gaine fibreuse. il devient impossible de ne point l'inciser pour isoler l'un de l'autre ces deux cordons nerveux et mettre en lumière leurs propriétés différentes. C'est, par exemple, ce qui existe chez l'homme ; mais chez le chien chacune des deux racines possède une gaine spéciale de la dure-mère ; on peut donc opérer sans déchirer l'enveloppe des nerfs, ni répandre le liquide céphalo-rachidien. La même disposition existe chez le chat ; mais les racines sont moins longues que chez le chien.

L'opération peut aussi se pratiquer sur la deuxième paire cervicale, grâce à une disposition particulière qui permet, chez le chien, d'agir sur elle, etc., sans ouvrir le canal vertébral. On doit éviter le plus possible d'opérer sur la région dorsale qui réunit toutes les conditions les plus favorables.

Après avoir choisi le point sur lequel on veut opérer, on ouvre le canal rachidien en divisant les lames vertébrales des deux côtés, et en enlevant les uns après les autres les arcs osseux des vertèbres ; en répétant cette opération sur plusieurs vertèbres, on peut mettre à nu la moelle épinière avec les racines qui en émanent sur une très grande étendue. Mais, en opérant ainsi, de vastes dégâts sont inévitablement produits ; des hémorrhagies ont presque toujours lieu, et l'animal, simultanément affaibli

par la douleur et la perte de sang, demeure quelquefois insensible aux excitations portées sur les nerfs.

L'expérience m'a démontré qu'il convient de limiter le plus possible l'étendue de cette ouverture, en n'attaquant le canal rachidien qu'au niveau des dernières vertèbres lombaires. On divise d'un trait de scie les lames de ces deux vertèbres d'un seul côté, en ayant soin de n'enlever que la partie de l'os voisine du trou de conjugaison; par cette opération, on se procure quatre racines nerveuses enfermées dans leur gaine; on passe alors délicatement un fil sous chacune d'elles pour la soulever, et l'on peut alors en étudier facilement les propriétés, l'animal ayant été peu fatigué par l'opération; cependant, si l'on veut obtenir de bons résultats, il faut lui laisser quelques heures de repos; la sensibilité, d'abord amortie, revient peu à peu, ce dont on s'assure en pinçant la peau; l'animal, souvent impassible, aussitôt après l'opération, ne tarde pas à manifester une douleur assez vive; l'innervation de l'enveloppe cutanée a repris ses fonctions momentanément suspendues.

Voyons maintenant quelles sont les expériences dont les racines rachidiennes peuvent devenir l'objet. La plus ancienne de toutes est celle de Magendie, qui consiste à couper la racine postérieure et à constater ensuite par les excitations de tout genre, que la sensibilité a disparu dans les parties correspondantes de la surface du corps, ainsi que dans la portion périphérique du tronc nerveux lui-même; tandis que la section des racines antérieures produit une paralysie du mouvement. Cette expérience donne des résultats plus nets chez les batraciens que chez

les mammifères, car chez ces derniers, le délabrement des muscles qui s'insèrent à la colonne vertébrale amène toujours une gêne dans les mouvements des membres, ce qui n'a pas lieu au même degré chez les grenouilles.

Comme complément de cette expérience on peut, à l'aide du galvanisme, démontrer la différence des propriétés dont jouissent les deux ordres de racines ; pour les racines antérieures, la galvanisation du bout périphérique produit des convulsions dans le membre correspondant, tandis que celle du bout central ne donne lieu à aucun phénomène appréciable. L'inverse a lieu pour les racines postérieures coupées ; si vous en galvanisez le bout périphérique, vous n'obtenez aucun effet ; si c'est le bout central, au contraire, une douleur vive se manifeste sur-le-champ.

On a beaucoup reproché à Magendie de s'être contredit dans ses expériences sur la sensibilité des nerfs rachidiens ; il avait affirmé, en effet, que les racines antérieures, tantôt insensibles, tantôt douées de sensibilité, offraient quelquefois à un très haut degré cette dernière propriété. Mais la contradiction signalée par Magendie dans les résultats de ses expériences, existe très réellement dans les faits ; elle s'explique, comme vous allez le voir, par le phénomène actuellement connu sous le nom de *sensibilité récurrente.* Le fait physiologique résulte ici d'une condition purement expérimentale. Un animal qui vient de subir une aussi grave opération que l'ouverture du canal vertébral, a besoin de repos avant de recouvrer d'une manière complète l'exercice de ses fonctions nerveuses. Le cardiomètre nous annonce quelquefois une

diminution de près d'une moitié dans la pression du sang à l'intérieur des vaisseaux, sans qu'il y ait eu d'hémorrhagie notable ; à quoi pourrions-nous attribuer un phénomène si frappant, si ce n'est au profond affaissement du système nerveux? La digestion s'arrête sous l'influence de cette opération ; enfin il n'est pas rare de voir certains animaux, le lapin, le cheval, par exemple, succomber brusquement au moment où l'on vient de terminer l'expérience. Quoi d'étonnant en pareil cas, si l'on trouve les racines postérieures insensibles et, à plus forte raison, les racines antérieures, dont la sensibilité n'est pour ainsi dire qu'un reflet de celle de leurs congénères?

Une expérience de Legallois mérite à cet égard d'être rapportée ; il avait souvent essayé de détruire, à l'aide d'un stylet, la moelle épinière chez de jeunes lapins, à l'exception de la région respiratoire de l'axe nerveux ; une mort subite en était fréquemment la conséquence. Legallois en avait conclu que la destruction de l'axe médullaire, dans une grande étendue, produisait directement la mort. Cela était dû sans doute à l'intensité de la douleur, car en éthérisant les animaux, on parvient à leur faire subir cette mutilation sans les tuer. La douleur est donc en pareil cas la cause directe de la mort ; et il est aisé de comprendre à plus forte raison que la sensibilité puisse être modifiée dans des opérations de ce genre. L'éthérisation est donc une précaution utile à prendre lorsqu'on veut ouvrir le canal rachidien ; elle tend à conserver au système nerveux la sensibilité qui lui appartient à l'état physiologique.

En pratiquant l'expérience avec toutes les précautions

qui viennent d'être indiquées, on peut constater aisément tous les phénomènes de la sensibilité récurrente. L'opération doit en outre être aussi limitée que possible, et il suffit que l'on mette à nu deux paires de racines nerveuses, et l'on voit que lorsqu'on excite ces racines, soit antérieures, soit postérieures, l'animal pousse des cris de douleur. Cela démontre qu'avant toute solution de continuité, les deux ordres de racines sont sensibles ; mais, si vous pratiquez isolément la section de la racine antérieure, vous verrez se produire un singulier phénomène. L'extrémité périphérique du nerf coupé reste douée d'une sensibilité très vive, tandis que le bout central en est complètement privé ; tel est le phénomène singulier connu sous le nom de *sensibilité récurrente*, et qui se rattache à l'influence des branches sensitives sur les branches motrices ; en effet, si vous coupez la racine postérieure, toute sensibilité disparaît ; le bout périphérique du nerf sensitif lui-même est devenu insensible, et le bout central conserve seul la propriété de transmettre au centre nerveux les impressions produites par les excitations.

Rien ne démontre mieux l'indépendance complète de chaque paire nerveuse, prise dans son ensemble, que la persistance de la sensibilité récurrente des racines antérieures, après que le tronc postérieur de la paire au-dessus et celui de celle au-dessous ont été coupés ; tant que sa propre racine sensitive demeure en communication avec le centre nerveux, le nerf moteur correspondant conserve en entier la sensibilité qui lui appartient.

Quelle est donc la source de cette propriété singulière qui semble transformer par un emprunt fait à son con-

génère, le nerf moteur en un nerf sensitif ? Nous avons vu que c'est du centre à la périphérie que se dirige cette sensibilité particulière, dans une direction inverse à celle des fibres postérieures ; nous avons vu qu'elle est dérivée en entier des racines postérieures dont la section l'abolit instantanément ; elle semblerait donc provenir d'une fusion des fibres sensitives avec les nerfs moteurs, par des anastomoses ou par le retour en arrière de quelques filaments sensitifs parvenus à la périphérie du corps. Il est certain du moins, que ce n'est point au niveau de la fusion des deux racines en un nerf mixte qu'a lieu cet échange, mais au delà ; car si l'on divise un nerf mixte, peu après sa sortie du trou de conjugaison, la propriété sensitive d'emprunt de la racine antérieure disparaît ; c'est donc sur un point plus éloigné que l'anastomose s'est effectuée.

C'est dans des anastomoses périphériques du centre nerveux qu'il faut probablement chercher la source de la sensibilité récurrente ; c'est là sans doute que les fibres sensitives se recourbent en arrière pour suivre la direction des faisceaux moteurs. Cependant, il semblerait que des anastomoses moins éloignées peuvent devenir la source de cette propriété ; en effet, si, après avoir convenablement préparé les racines de la dernière paire lombaire, vous divisez la racine antérieure, elle offre une sensibilité fortement développée à son extrémité périphérique ; si maintenant vous divisez le nerf sciatique qui représente ces deux racines nerveuses ; si, disons-nous, vous le divisez au sortir du bassin, au niveau de l'échancrure sciatique, vous verrez la sensibilité récur-

rente, bien que très affaiblie, persister encore; ce qui semblerait prouver que tout, dans cette propriété conférée aux nerfs moteurs par les racines sensitives, ne vient pas de la périphérie, ni des extrémités du système nerveux; des anastomoses plus voisines du point de départ peuvent y participer; car, dans le cas dont il s'agit, on est forcé de recourir aux rameaux sensitifs émanés du plexus hypogastrique pour expliquer la persistance de cette propriété.

La sensibilité paraît d'ailleurs s'affaiblir à mesure qu'on s'éloigne de son point de départ. Chez un animal qu'on éthérise après avoir mis à nu une paire nerveuse, la sensibilité s'éteint d'abord dans la racine antérieure, plus tard à la périphérie du corps, et en dernier lieu dans la racine postérieure. Lorsque l'animal revient à lui-même elle reparaît dans l'ordre inverse; on est donc autorisé à penser que la sensibilité est plus vive près du point d'origine que vers la terminaison du nerf.

Dans la prochaine séance, messieurs, nous vous rendrons témoins des expériences qui servent de base aux notions physiologiques qui viennent de vous être exposées.

TROISIÈME LEÇON

DE LA SENSIBILITÉ RÉCURRENTE.

SOMMAIRE : Expériences relatives aux fonctions de la moelle épinière. — Les racines postérieures servent à transmettre les impressions sensitives; les racines antérieures, à déterminer les mouvements. Expériences qui démontrent l'existence de ces propriétés fondamentales. — Sensibilité récurrente. — Les expériences qui sont destinées à la mettre en lumière doivent être pratiquées sur des animaux supérieurs. — Précautions à prendre pour entretenir la sensibilité de l'animal. — Les nerfs peuvent devenir insensibles après l'ouverture du canal rachidien. — Opinions diverses relatives à l'origine de la sensibilité récurrente. — Elle est considérée comme étant le résultat de la réflexion de fibres sensitives, qui reviennent de la périphérie au centre. — Preuves à l'appui. — Caractères physiologiques des fibres sensitives et motrices. — Les fibres motrices sont aplaties, les fibres sensitives ont une forme cylindrique. — Existe-t-il quelques fibres sensitives dans les racines antérieures, et quelques fibres motrices dans les racines postérieures? — Opinion d'Arnold sur ce point. — La section des racines postérieures détruit toute sensibilité dans les racines motrices correspondantes. — Considérations sur la structure de la moelle épinière. — La sensibilité propre dont elle jouit provient des racines postérieures. — Expériences diverses sur la sensibilité récurrente.

Messieurs,

Parmi tous les résultats physiologiques qui vous ont été exposés dans la séance précédente, le premier et le plus important de tous est celui qui établit la distinction entre les nerfs sensitifs et les nerfs moteurs, au moyen de la section des racines antérieures et postérieures. Pour arriver à démontrer ce fait fondamental, on n'a pas besoin de

s'adresser aux animaux supérieurs. On peut, sans doute, opérer sur des mammifères : mais dans le cas présent, nous ferons usage de batraciens, ce qui ne peut nuire en rien à la rigueur de la démonstration.

Voici une grenouille, chez laquelle, d'un côté, on a coupé les racines sensitives qui correspondent à la patte postérieure, et, de l'autre côté, les racines motrices : voyons quels sont les effets de ces lésions. Lorsque je pince la patte dont les mouvements sont conservés, l'animal reste immobile, ce qui prouve que la sensation n'a pas lieu : lorsqu'au contraire je pince celle qui est paralysée du mouvement, mais qui est demeurée sensible aux impressions extérieures, elle retire la patte opposée, les mouvements volontaires étant abolis dans le membre qui vient d'être excité. On peut répéter la même épreuve en trempant les deux pattes dans l'eau légèrement acidulée : l'animal retire alors la patte dont les nerfs moteurs n'ont pas été paralysés par la section des racines antérieures; l'autre patte reste immobile plongée dans le liquide. Cette expérience suffit pour vous prouver que la sensibilité est l'apanage des racines postérieures, et le mouvement celui des racines antérieures. Nous ne croyons pas devoir insister davantage sur un fait aussi net et aussi clair.

Mais nous avons des expériences bien plus délicates à pratiquer sur la sensibilité récurrente; il faut, pour constater cette propriété, avoir recours à des animaux supérieurs mammifères, le chien, le chat, etc. : les batraciens ne se prêtent pas à ce genre d'investigation. Je vous ai déjà entretenus des précautions qu'il importe de

prendre pour mettre en lumière ce phénomène intéressant : il est indispensable de laisser reposer l'animal après l'ouverture du canal rachidien. L'influence exercée par cette opération sur la sensibilité des paires rachidiennes se démontre encore à merveille par les effets qu'on obtient sur d'autres nerfs plus artificiels, le facial par exemple. Ce nerf jouit d'une sensibilité récurrente très prononcée, qui siège dans le bout périphérique quand le nerf a été coupé : mais, après l'ouverture du canal vertébral, ce qui n'amène cependant aucune lésion directe des nerfs crâniens, le facial peut devenir insensible, et ne recouvrer ses propriétés normales que lorsque l'animal a eu le temps de se reposer. La perte de sensibilité momentanée des racines antérieures des nerfs rachidiens paraît donc n'être qu'un cas particulier d'un fait très général ; en d'autres termes, la douleur amène toujours un épuisement nerveux qui se traduit par une insensibilité plus ou moins complète et qui disparaît après un certain l aps de temps.

L'animal que je vous présente ici a été opéré il y a près de deux heures : il a donc eu le temps de se reposer : d'ailleurs nous ne vous montrerons les résultats de l'expérience qu'à la fin de la leçon.

La sensibilité récurrente, comme nous vous l'avons montré dans la séance précédente, est encore enveloppée d'un profond mystère quant au mécanisme réel qui lui donne naissance, et vous avez vu que l'hypothèse la plus rationnelle consiste à admettre l'existence des fibres sensitives qui, parvenues à différents points de leur parcours, se courberaient vers leur point d'origine en sui-

vant le trajet des racines antérieures. Les observateurs qui ont appliqué le microscope à l'étude des nerfs ont constaté que les fibres sensitives sont moins larges que les fibres motrices ; et en se fondant sur ce caractère, on a pu se convaincre que jamais les racines nerveuses ne sont purement sensitives ou motrices; les antérieures contiennent des fibres larges, et les postérieures quelques fibres étroites. Arnold s'est efforcé de concilier ces données, en apparence contradictoires, en disant que ce serait une erreur d'admettre des nerfs moteurs, ou des nerfs sensitifs purs, et qu'il n'y aurait en réalité que des nerfs musculaires et des nerfs cutanés. Dès lors, il ne serait pas surprenant de voir quelques fibres sensitives parvenir dans les muscles, ni quelques fibres motrices dans la peau; le tissu musculaire est en effet sensible, la peau possède des fibres musculaires, lisses, plates et jouit d'une contractilité plus ou moins prononcée.

L'existence de la sensibilité récurrente ne se concilierait pas avec l'opinion d'Arnold; en effet, s'il existe des fibres sensitives au sein des racines motrices, cela tient à ce que le filament nerveux, parvenu au terme de sa course, se replie sur lui-même et revient en arrière : mais il devient impossible de supposer que des nerfs sensibles naissent directement des faisceaux antérieurs de la moelle : s'il en était ainsi, la section des racines postérieures n'abolirait point leurs propriétés, et le bout central de la racine antérieure resterait toujours sensible, même quand le bout périphérique ne le serait plus; or, il n'en est jamais ainsi. Maintenant, si quelques-unes des fibres sensitives reviennent en arrière, la réciproque peut exis-



ter pour les faisceaux moteurs qui produiraient aussi des mouvements récurrents : telle est sans doute l'origine de ces filaments que les micrographes ont découverts au sein des fibres sensitives et qui s'en distinguent par leur plus grande étroitesse. Nous pourrions encore faire une hypothèse sur l'usage de ces nerfs, et cette question nous conduira à l'étude des propriétés de la moelle épinière. En effet, les propriétés d'un organe doivent toujours être distinguées des fonctions qu'il accomplit; le rôle physiologique dont il est chargé dans l'économie ne permet pas toujours de savoir d'avance comment il réagira sous l'influence des agents extérieurs. Or, la moelle épinière est, en réalité, un organe spécial; on l'a pendant longtemps considérée comme la simple continuation des fibres nerveuses qui en émanent : ce point de vue exclusif est conplètement erroné : car, ainsi que nous le verrons plus tard, les parties de cet appareil qui transmettent les sensations à l'encéphale, ne sont pas aptes à les déterminer elles-mêmes quand elles sont mécaniquement excitées, et ne ressemblent plus aux nerfs périphériques par leurs propriétés.

Le cordon médullaire est donc composé de fibres nerveuses spéciales, et contient également des cellules particulières, qui sont le point d'origine des nerfs rachidiens; enfin, on y trouve des vaisseaux nutritifs, du tissu cellulaire et d'autres parties accessoires. Or, les cellules nerveuses, d'où partent les fibres sensibles des racines postérieures, peuvent donner aussi quelques nerfs de sentiment à la moelle, qui, par elle-même, serait dépourvue de sensibilité, comme nous le verrons bientôt; de même

les cellules qui donnent naissance aux fibres antérieures ou motrices, fournissent aussi quelques nerfs moteurs aux racines postérieures et à la partie correspondante de la moelle épinière. Ces filaments, en se distribuant aux vaisseaux de la moelle, joueraient le rôle de fibres vaso-motrices; en un mot, de même que les tuniques vasculaires sont pourvues de vaisseaux (*vasa vasorum*), de même aussi des centres nerveux seraient pourvus de nerfs (*nervi nervorum*). Or, les fibres sensitives destinées à la moelle épinière auraient un long chemin à parcourir pour atteindre la partie antérieure de l'organe : il pourrait donc se faire que certaines fibres sensitives, abandonnant la périphérie du corps, retournassent en arrière pour donner à cette partie de la moelle la sensibilité qui lui serait refusée, si cet arrangement n'existait pas : telle serait dans cette hypothèse l'utilité physiologique de la fibre récurrente sensible : ce serait un nerf de sensibilité pour la moelle. Par des raisons analogues, il est aisé de comprendre quel pourrait être l'usage des fibres récurrentes motrices; car il faudrait, à la partie postérieure de l'axe médullaire, des nerfs voso-moteurs; cette disposition spéciale servirait à les lui procurer.

Cette théorie, ou plutôt cette hypothèse, est d'accord avec toutes les expériences sur la sensibilité récurrente, dont je vous ai entretenus; mais, pour en obtenir la démonstration expérimentale, il faudrait réaliser une expérience qui n'a pas encore été faite; il faudrait pouvoir galvaniser la racine antérieure, pendant qu'on observerait les vaisseaux de la partie postérieure de la moelle pour y épier un changement de volume, afin de s'assurer directement

de leur contraction ou de leur dilatation. On aurait de cette manière la preuve directe qu'il existe des fibres récurrentes motrices, aussi bien que des fibres récurrentes sensitives. On parviendrait ainsi à mettre d'accord la physiologie et l'anatomie : car le physiologiste ne peut pas admettre que les nerfs soient mixtes à leur origine : vous allez voir, en effet, que la section de la racine postérieure paralyse toute espèce de sensibilité dans les nerfs.

Nous allons maintenant pratiquer sur l'animal que nous vous avons présenté au commencement de la séance, les expériences relatives à la sensibilité récurrente ; mais, avant de les entreprendre, nous allons adapter un cardiomètre à l'une des artères carotides, pour vous rendre témoins de la sensibilité du cœur.

Nous ouvrons l'une des carotides primitives pour y adapter un tube qui communique avec un manomètre, et dans lequel nous versons préalablement quelques gouttes de carbonate de soude, pour empêcher la coagulation du sang. Les incisions pratiquées sur la peau, pour faire cette dernière opération, ne paraissent pas avoir été senties par l'animal. Du moins, il n'a poussé aucun cri; c'est là la preuve d'un épuisement nerveux évident.

Nous découvrons maintenant la plaie qui met à nu deux paires de racines; elles sont soulevées chacune par un fil distinct : on touche la racine postérieure et l'animal le sent vivement; en même temps, le mercure oscille plus vite dans le cardiomètre, et son niveau change suivant l'intensité de la sensibilité : simple contact, pincement, etc. On arrive ensuite à la racine antérieure; quand on la touche, l'animal demeure immobile, mais les oscillations

du mercure indiquent l'existence d'une sensibilité réelle. Cependant il faut que l'animal soit réellement affaibli pour n'avoir poussé aucun cri lorsqu'on touchait la racine antérieure. On coupe alors cette racine, ce qui provoque une très vive douleur. On laisse reposer l'animal, puis on pince le bout central : rien ne se produit et le mercure reste au même degré. On pince alors le bout périphérique ; l'animal manifeste aussitôt de la douleur.

Après avoir répété plusieurs fois ces expériences, on coupe la racine postérieure correspondante, et après avoir laissé reposer l'animal, on constate l'insensibilité simultanée des deux bouts de la racine antérieure et du bout périphérique de la racine postérieure. Le bout central de celle-ci est seul demeuré sensible; mais, à ce moment, l'abaissement rapide du mercure dans le cardiomètre vient témoigner de l'épuisement de l'animal, et l'expérience est suspendue.

Nous reprendrons, messieurs, ces études à la séance prochaine, sur un animal plus vigoureux et préparé plus longtemps à l'avance : nous nous occuperons, en outre, d'une manière plus spéciale, des propriétés de la moelle épinière.

QUATRIÈME LEÇON

DES MODIFICATIONS QUE SUBISSENT LES NERFS APRÈS UNE SECTION TRANSVERSALE COMPLÈTE ET DES PROPRIÉTÉS INTRINSÈQUES DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

SOMMAIRE : Modification que subissent les racines des paires rachidiennes après avoir été coupées. — Les nerfs qui ont été écrasés ou désorganisés ne se reproduisent plus. — Quand la section a été faite par un instrument tranchant les résultats sont différents. — Les racines motrices continuent à vivre par le bout central, dont l'extrémité se transforme en une petite tumeur, tandis que le bout périphérique s'atrophie. — Pour les racines sensitives, c'est l'inverse qui a lieu. — Ces faits coïncident avec les résultats de l'observation clinique. — État des extrémités nerveuses dans les moignons des amputés. — Expériences de Waller. — Effets de la section des nerfs mixtes. — Le nerf se cicatrise après un certain laps de temps, et reprend ses fonctions. — Section de la cinquième paire, dans le cas de névralgie faciale. — Propriétés intrinsèques de moelle épinière. — On la considérait autrefois comme étant formée par la réunion de toutes les fibres nerveuses, contenues dans les racines antérieures et postérieures. — Cette manière de voir était conforme aux idées de Charles Bell. — On sait aujourd'hui que l'encéphale, la moelle épinière et les racines des nerfs rachidiens, sont des organes distincts, quoique juxtaposés. — Sensibilité propre de la moelle épinière. — Expériences de Van Deen. — La moelle épinière, prise en elle-même, est dépourvue de sensibilité. — La sensibilité qu'elle possède lui vient des racines postérieures. — La moelle épinière est destinée à percevoir des vibrations nerveuses, comme le nerf optique à percevoir les impressions lumineuses. — Expériences de Magendie sur la rétine. — Expériences sur la sensibilité récurrente. — Résultats de la section du nerf sciatique. — Conclusions qui en découlent.

MESSIEURS,

Nous avons étudié précédemment la propriété singulière des racines nerveuses antérieures, qui a recu le nom

de sensibilité récurrente, et en vertu de laquelle les nerfs émanés des cordons antérieur et latéral de la moelle, bien que destinés au mouvement, d'une manière toute spéciale, se trouvent investis par le fait d'une sensibilité parfois presque aussi vive que celle des racines postérieures. Nous avons répété devant vous les principales expériences qui servent à démontrer l'existence de cet intéressant phénomène.

Il nous reste maintenant à considérer les modifications que subissent les racines nerveuses après avoir été coupées, et nous verrons qu'on peut en déduire plusieurs conséquences importantes, soit en physiologie, soit en pathologie.

Lorsque des racines nerveuses ont été simplement divisées par l'instrument tranchant, on voit alors l'une des extrémités se renfler, s'hypertrophier et se maintenir dans cet état, tandis que l'autre s'atrophie et disparaît. Mais il existe sous ce rapport une différence bien singulière entre les deux ordres de nerfs : pour les fibres motrices, c'est le bout central qui continue à vivre, tandis que la partie périphérique du nerf disparaît; pour les fibres sensitives, au contraire, c'est précisément l'inverse qui a lieu : on voit l'extrémité périphérique du nerf s'hypertrophier, tandis que le bout central s'atrophie et disparaît, jusqu'à son origine, au sein de la moelle épinière.

On peut rapprocher ce fait des observations que possède la science, au sujet des amputés, morts quelque temps après l'opération; il s'est rencontré souvent des cas où l'autopsie a eu lieu plusieurs années ap.ès la perte

du membre, et l'on peut alors regarder comme définitifs tous les changements survenus. Or, on constate invariablement en pareil cas que les nerfs se terminent par un renflement volumineux, ce qui résulte, selon toute apparence, de l'hypertrophie des fibres nerveuses ou des névrilèmes ; en effet, dans les cas où un nerf mixte à été simplement divisé, les deux extrémités restant en présence, chacune d'elles se termine par un renflement.

Les expériences de Waller à ce sujet sont parfaitement d'accord avec les résultats que je viens de vous annoncer; après avoir coupé, à la région cervicale, quelques-unes des racines antérieures et postérieures, cet observateur les a examinées au microscope. Dès le lendemain de l'opération, on voit une dégénérescence granuleuse se manifester dans les fibres destinées à l'atrophie, qui deviennent en même temps opaques : c'est, en un mot, une série de phénomènes analogues à ceux qu'on observe sur les nerfs abandonnés à eux-mêmes après la mort. On est donc autorisé à conclure que les fibres atrophiées périssent en pareil cas par défaut de nutrition.

Il n'est pas moins intéressant d'examiner ce qui se passe après la section des nerfs mixtes. C'est un fait depuis longtemps établi que chez l'homme aussi bien que chez les animaux, les paralysies qui résultent de la section d'un nerf ne sont pas toujours permanentes : on voit peu à peu la sensibilité se rétablir, aussi bien que la motilité; c'est ce qui arrive, par exemple, dans les cas où l'on divise, soit un gros tronc nerveux, soit l'une des branches de la cinquième paire pour faire cesser une névralgie faciale. Le soulagement n'est que momentané;

car, après un temps plus ou moins long, le nerf se cicatrise et la douleur reparaît. Que se passe-t-il en pareil cas? Après s'être d'abord atrophié dans une de ses parties, le nerf se reproduit, en passant par toutes les phases de son évolution pendant l'état embryonnaire : c'est ce que l'observation microscopique a complètement mis hors de doute.

Mais si les nerfs mixtes se reproduisent, en sera-t-il de même pour les racines, exclusivement composées de fibres d'une seule espèce ? Oui, sans aucun doute : les expériences nombreuses que j'ai tentées à cet égard sur les chiens m'ont toujours donné le même résultat : j'ai vu la sensibilité et la motilité se rétablir, même dans les cas où j'avais extirpé une portion considérable de la longueur du nerf. D'ailleurs l'exemple cité plus haut par rapport à la cinquième paire, permettait déjà de prévoir un tel résultat : il s'agit en effet de la reproduction des branches exclusivement sensitives du trifacial.

Passons maintenant aux propriétés de la moelle épinière considérée en elle-même. Il n'y a pas longtemps encore que les anatomistes étaient d'accord pour la considérer comme un gros cordon nerveux, expression que l'on trouve continuellement employée par les auteurs comme synonyme de la moelle épinière. On avait même essayé de comparer entre eux le volume de ce cordon central et celui de toutes les racines, antérieures et postérieures, qui en émanent. On avait constaté toutefois que la somme de ces dernières dépassait de beaucoup la grosseur de la moelle épinière, et l'on avait cherché à expliquer cette différence par la disparition du névrilème,

désormais inutile, en raison des enveloppes spéciales qui servent à protéger l'axe médullaire; enfin, on s'était préoccupé de la marche que suivent les fibres nerveuses au sein de l'encéphale, et, sous ce rapport, l'imagination brillante des anatomistes avait formulé un grand nombre d'hypothèses entièrement différentes. C'est là ce qu'on appelait généralement la théorie de la *fibre continue :* ce n'est d'ailleurs que le développement des idées purement anatomiques de Ch. Bell. Car nous avons vu précédemment qu'il admettait l'existence de trois ordres de nerfs : les uns sensitifs, les autres moteurs volontaires, les derniers enfin involontaires, car c'est là le sens qu'il faut attacher à l'expression de nerfs respiratoires.

Les travaux nombreux dont le système nerveux a été l'objet dans ces dernières années ont complètement modifié les idées, et l'on considère aujourd'hui le cerveau, la moelle épinière et les nerfs comme des organes entièrement distincts, aussi bien par leur structure que par leurs propriétés; loin d'être contenus, ils sont simplement soudés ou juxtaposés.

Examinons à ce point de vue nouveau la question de la sensibilité de la moelle épinière. On comprend sans difficulté la divergence des opinions qui se sont produites à cet égard : n'avons-nous pas vu combien les résultats d'une seule et même expérience peuvent différer, par suite de certaines conditions imprévues? La controverse qui s'est élevée au sujet de la sensibilité récurrente vient de nous en fournir un exemple singulier.

On doit à M. Van Deen une expérience qui peut se dire fondamentale, si l'on réfléchit à l'importance de ses ré-

sultats. Dénudez la moelle épinière par l'ouverture du canal rachidien, sur une assez grande étendue : vous la trouverez sensible sur tous les points, surtout en arrière, en faisant l'expérience dans les conditions ordinaires ; mais si vous détruisez successivement toutes les racines postérieures jusqu'à un point donné, vous trouverez l'axe médullaire devenu insensible dans les parties privées de racines postérieures, tandis que, dans tout le reste de son étendue, la sensibilité est parfaitement conservée, ainsi que dans les nerfs qui en émanent. Il résulte clairement de cette épreuve vraiment décisive, que la sensibilité de la moelle épinière provient exclusivement des nerfs que lui fournissent les racines postérieures. Dans l'une des prochaines séances, nous essayerons de vous rendre témoins de ce fait si remarquable.

L'auteur ingénieux de cette expérience admet que les nerfs périphériques, qui se terminent au sein de la moelle épinière, sont seuls sensibles aux excitants ordinaires, tandis que la moelle épinière, prise en elle-même, n'est influencée que par les actions nerveuses ; en d'autres termes, si les agents extérieurs, le froid, la chaleur, l'électricité, etc., produisent sur les nerfs sensitifs des effets très marqués, la moelle épinière demeure complètement indifférente à ces excitants extérieurs : mais elle est sensible à son propre excitant, c'est-à-dire à l'ébranlement communiqué par les nerfs périphériques. Voilà comment elle jouit de la propriété de percevoir les impressions extérieures, et de les transmettre à l'encéphale On pourrait, sous ce rapport, comparer les centres nerveux aux nerfs de sensibilité spéciale. Rappelez-vous

par exemple, les expériences de Magendie sur la rétine : il l'a lacérée chez les animaux sans provoquer aucune expression de douleur : il l'a piquée, chez l'homme, avec une aiguille à cataracte, dans le cours d'une opération, sans que le malade ait pu s'apercevoir de l'expérience dont il était le sujet involontaire. On connaît d'ailleurs l'effet que produit la section du nerf optique dans les cas d'ablation de l'œil — une vive sensation de *lumière*, et voilà tout. La rétine, le nerf optique, sont donc des organes complètement insensibles aux excitants douloureux ordinaires, et qui ne sont soumis qu'à l'influence d'un agent spécial, la lumière. Nous pouvons, d'après cet exemple, comprendre la situation exceptionnelle qui est faite à la moelle épinière ; organe de sensibilité toute spéciale, elle demeure incapable de percevoir les impressions douloureuses par elle-même.

Nous admettrons donc, à l'avenir, que les nerfs sont des organes qui s'étendent de la périphérie aux centres nerveux, sans aller plus loin : et que la moelle épinière aussi bien que le cerveau est un centre nerveux, doué de propriétés toutes spéciales distinctes de celles dont jouissent les nerfs qui s'implantent sur elle.

Nous allons maintenant répéter sous vos yeux des expériences relatives à la sensibilité récurrente, pour compléter celles que je vous ai montrées dans la séance précédente. L'animal que nous vous présentons ici est plus vigoureux que celui qui a paru à la séance précédente : il manifestera sans doute une sensibilité plus vive. Je dois vous faire observer qu'il se tient debout sans difficulté et qu'il a pu marcher jusqu'ici, depuis le laboratoire : c'est

ce qu'il n'aurait assurément pas pu faire, s'il avait subi l'ouverture du canal rachidien, dans une grande étendue : vous voyez donc, par vous-mêmes, combien est préférable le procédé spécial que je vous ai fait connaître.

Nous allons pratiquer devant vous l'expérience. La sensibilité de l'animal est tellement vive, qu'il suffit de soulever la racine antérieure, à l'aide du fil passé au-dessous d'elle, pour provoquer des cris aigus ; et, quand on la touche légèrement, elle paraît presque aussi sensible que la racine postérieure. L'expérience a pleinement réussi dans toutes ses parties ; après avoir ainsi sacrifié par la section de la racine postérieure l'une des deux paires nerveuses mises à nu, on a mis à découvert le grand nerf sciatique. On a coupé la racine antérieure, et l'on s'est assuré de la sensibilité récurrente : on a ensuite enlevé une portion considérable du sciatique au point où il émerge du bassin ; on a excité de nouveau le bout périphérique de la racine motrice et l'on a vu de nouveau l'animal s'agiter, bien que la sensibilité parût considérablement diminuée.

Cette dernière expérience semblerait démontrer que les racines antérieures des paires lombaires et sacrées ne tirent point tous leurs filets sensitifs de la périphérie du corps ; car, s'il en était ainsi, ne suffirait-il pas d'intercepter le trajet du nerf pour mettre un terme à cette sensibilité d'emprunt ? Il est donc probable que le plexus hypogastrique fournit à ces faisceaux moteurs quelques rameaux récurrents, ainsi que le témoigne cette sensibilité amoindrie, mais non pas abolie. Au reste, après la section de la racine postérieure, toute sensibilité disparaît à l'extrémité périphérique du faisceau moteur.

CINQUIÈME LEÇON

DES PROPRIÉTÉS INTRINSÈQUES DE LA MOELLE ÉPINIÈRE (SUITE.)

SOMMAIRE : La moelle épinière devient insensible quand elle est séparée des racines postérieures. — Pour le démontrer, il faut arracher les racines postérieures, au lieu de les couper — Résultats d'une section unilatérale des cordons postérieurs. — Augmentation de la sensibilité et de la température des parties correspondantes. — Expériences de Stannius, de Türck et de M. Brown-Séquard. — Les effets d'une section unilatérale sont directs pour la partie inférieure de la moelle épinière, et croisés pour la partie supérieure. — Explication physiologique de ces phénomènes. — Effets produits par une section complète de la moelle épinière. — Augmentation de l'intensité des mouvements réflexes. — Phénomènes observés par Fouquier chez les paraplégiques. — Hypothèse de Müller. — Faits à l'appui — La moelle épinière est un centre nerveux indépendant de l'encéphale.

MESSIEURS,

Nous avons abordé l'examen des propriétés de la moelle épinière, dans la dernière séance, et nous allons aujourd'hui continuer ces recherches, au point de vue expérimental.

Lorsqu'on se propose de démontrer l'insensibilité de la moelle épinière, après l'avoir dépouillée des racines postérieures correspondantes, ce n'est pas en coupant les troncs nerveux, mais en les arrachant, qu'il convient d'opérer. On conçoit, en effet, que si l'on n'enlevait pas les nerfs sensitifs jusque dans leurs racines, il serait impossible de piquer les cordons postérieurs, même avec

une aiguille de cataracte très fine, sans rencontrer quelques petites origines de nerfs sensibles ; ce n'est donc qu'à la condition d'opérer par arrachement que l'on peut arriver à démontrer cette propriété négative. Mais, dira-t-on, le centre nerveux est sans doute désorganisé par une opération qui consiste à arracher les filets nerveux qui naissent au sein même de l'axe médullaire. Il est cependant aisé de démontrer le contraire ; car, en agissant sur les membres postérieurs, dont les racines émanent d'un point situé au delà de cette lésion, la sensation est parfaitement bien perçue ; ce qui démontre évidemment que la moelle épinière n'est point désorganisée, et jouit encore, en entier, de l'intégrité de ses fonctions de transmettre la sensibilité.

Nous avons pratiqué ce matin, sur le chien que je vous présente, l'arrachement de quatre paires des racines postérieures, d'un seul côté ; et, comme vous allez bientôt le voir, le côté dépouillé de ses fibres postérieures est complètement privé de sensibilité, tandis que le côté opposé jouit d'une sensibilité normale.

On pratique l'expérience en portant une pointe acérée sur les cordons postérieurs de la moelle du côté mutilé, aucune sensation ne se produit : tandis qu'à la moindre excitation du côté opposé, l'animal manifeste une sensibilité très vive et pousse des cris de douleur.

Mais il existe un autre procédé qui permet de démontrer que la moelle épinière n'est pas la continuation des racines nerveuses qui en émanent. En effet, s'il en était ainsi, la section des cordons postérieurs amènerait une paralysie complète de la sensibilité, et l'on avait admis

pendant longtemps qu'il en était réellement ainsi. Mais il est aujourd'hui démontré que le contraire a lieu, et que la section des cordons postérieurs d'un seul côté, loin de déterminer une sensibilité complète, comme celle qui résulte de la section des racines, produit au contraire une hyperesthésie des mieux caractérisées, accompagnée d'une augmentation de température assez considérable. Ces expériences sont déjà assez anciennes. Stannius avait démontré qu'en coupant d'un seul côté la moelle épinière d'un batracien, il ne se produisait aucune paralysie dans les membres correspondants, il est bien entendu qu'une section transversale complète abolit complètement la motilité et la sensibilité. Mais il était réservé à Türck et à M. Brown-Séquard de prouver que non seulement la sensibilité n'était point abolie, mais encore qu'elle se trouvait fortement augmentée. M. Brown-Séquard attribue ces résultats à un entre-croisement, une décussation des fibres de la moelle; la sensibilité demeurerait normale du côté lésé, mais elle s'affaiblirait du côté opposé. Türck a prouvé que, la sensibilité restant toujours la même du côté sain, il y avait une hyperesthésie très réelle du côté mutilé. Dans le but de parvenir à cette démonstration, il fait usage d'un procédé très ingénieux, qui permet de mesurer avec beaucoup d'exactitude la sensibilité relative d'un membre ; c'est un vrai dynamomètre, au point de vue de l'intensité des sensations. La peau de la grenouille possède la propriété de reconnaître parfaitement la présence des acides dans l'eau où elle est plongée. On ajoute donc une faible proportion d'acide acétique ou sulfurique à un verre d'eau ; on y trempe les pattes pos-

térieures de l'animal; lorsque l'acidité du liquide est assez forte pour être sentie, il les retire brusquement; lorsque, au contraire, elle est très faible, il ne fait aucun mouvement. On mesure donc assez exactement le degré de sensibilité par la quantité d'acide nécessaire pour produire une impression de ce genre. Après avoir amené le mélange au point où il ne provoque plus aucun mouvement, on coupe la moelle d'un seul côté, on replonge après un certain temps dans l'eau acidulée les pattes postérieures de l'animal, qui retire précipitamment la patte du côté mutilé, tandis qu'il laisse baigner l'autre dans le liquide, sans paraître éprouver aucune sensation désagréable. Il y a donc là une augmentation réelle de la sensibilité, et, je crois aussi, une augmentation de la faculté motrice que l'on n'a pas encore signalée. Mais les résultats de l'opération peuvent se diviser en deux périodes; car, immédiatement après l'opération, on obtient une paralysie momentanée; mais il se produit, au bout d'un quart d'heure environ, une hyperesthésie qui dure assez longtemps.

Les effets de la section sont directs, dans les parties inférieures de la moelle épinière, c'est-à-dire qu'ils modifient la sensibilité du côté correspondant à la lésion; tandis que dans la partie supérieure de la région cervicale ils sont croisés, c'est-à-dire qu'ils agissent sur le côté opposé. Enfin, plus haut encore dans la moelle allongée, il se produit des phénomènes particuliers, que nous étudierons plus loin (1).

Quelle cause physiologique pouvons-nous assigner à

(1) Voy. Leçon X.

cette singulière hyperesthésie? Il semble qu'une surcharge nerveuse se produise dans la portion du centre nerveux ainsi mutilée; ces effets ont quelque analogie avec ceux qui résultent de la section complète de l'axe médullaire. Supposons, en effet, que cette opération ait eu lieu, une paralysie complète des membres postérieurs et de toutes les parties situées au delà de la lésion en sera la conséquence, tandis qu'à la partie antérieure du corps, la sensibilité et la motilité seront conservées. Mais, dans la moitié paralysée, il existe encore des mouvements réflexes; or, immédiatement à la suite de l'opération, ces mouvements sont affaiblis; toutefois au bout d'un temps assez court, si vous examinez l'animal après l'avoir laissé reposer quelques instants, vous constaterez une augmentation très notable de la sensibilité et de la motilité, mais d'une sensibilité non consciente et d'une motilité involontaire, la communication avec les centres étant interrompue. Au bout de quelques jours, si vous avez laissé l'animal en repos, l'excitabilité des mouvements réflexes peut devenir telle qu'en frappant sur la table où il repose, vous produirez des convulsions violentes dans les membres paralysés, tandis qu'il ne se produira aucun mouvement du côté sain. Le professeur Fouquier avait observé depuis longtemps que chez les paralytiques il existe une sensibilité non consciente, beaucoup plus forte qu'à l'état normal; c'est ainsi qu'on produit des convulsions réflexes par le chatouillement de la plante du pied ou par des excitations également légères. De même, selon l'observateur cité, des doses de strychnine trop faibles pour déterminer des convulsions dans les membres sains en

produisent dans les membres paralysés. La physiologie vient ici confirmer les données de l'observation clinique; car, lorsqu'on empoisonne une grenouille par une faible dose de strychnine, après avoir pratiqué la section de la moelle épinière, il se produit des convulsions dans le train postérieur, avant qu'on en ait observé dans le train antérieur. Enfin, par la méthode de M. Du Bois-Reymond, on peut également démontrer ce fait, car les parties mutilées deviennent beaucoup plus sensibles à l'action des courants galvaniques que ne le sont les parties saines.

Ainsi donc, un grand nombre d'expériences comparatives permettent de constater que les facultés sensitivo-motrices de la moelle épinière augmentent notablement après la section des cordons qui la composent. Seulement, quand cette section est unilatérale, il se produit une hyperesthésie perçue par l'individu; quand elle est complète, c'est une hyperesthésie dont l'animal n'a point conscience, et qui ne se traduit au dehors que par des mouvements purement réflexes. Ces phénomènes ont paru à quelques physiologistes, et à Müller en particulier, le résultat d'une surcharge d'agent nerveux qui se produirait dans tous les cas où la communication avec le cerveau est interrompue.

Sans vouloir adopter cette théorie d'une manière absolue, nous devons admettre comme un fait positif qu'il se forme dans la moelle épinière, après la section des cordons qui la composent, des accumulations de force nerveuse qui se détruisent peu à peu, par suite des mouvements provoqués. En effet, soumettez un animal ainsi mutilé, après quelques jours de repos, aux excitations les

plus légères; vous verrez immédiatement de violentes convulsions se produire; après plusieurs excitations de ce genre, vous verrez l'irritabilité diminuer peu à peu, jusqu'à ce que l'animal fatigué ne présente plus que les manifestations qu'on observe à l'état normal. Mais laissez-lui le temps de reposer ses forces épuisées, et vous verrez de nouveau les mêmes phénomènes se produire avec une égale intensité.

Il est donc évident que la moelle jouit de la propriété d'engendrer la force nerveuse, dont l'intensité s'accumule sur certains points lorsque les communications avec l'encéphale sont interrompues; c'est là, comme vous le voyez, messieurs, une preuve nouvelle qu'il faut considérer la moelle, non comme une simple dépendance du cerveau, un simple prolongement de l'encéphale, mais comme un centre nerveux spécial doué de propriétés qui lui sont particulières.

SIXIÈME LEÇON

DES PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES QUI SE DÉVELOPPENT DANS LES NERFS APRÈS UNE SECTION COMPLÈTE.

SOMMAIRE : L'exagération des propriétés physiologiques qui s'observe dans les parties séparées de l'encéphale se produit dans toutes les régions du système nerveux. — Tous les nerfs coupés présentent, pendant un certain espace de temps, une excitabilité plus grande qu'à l'état normal. — La sensibilité diffère de la douleur. — Les impressions produites sur les nerfs ne doivent pas être confondues avec la perception cérébrale qui nous en révèle l'existence. — Diverses expériences sur ce point. — L'excitabilité motrice participe à cette exaltation des propriétés après une section complète. — Les médicaments et les poisons agissent avec plus d'intensité sur les nerfs coupés. — L'excitabilité exagérée qui s'observe en pareil cas est l'un des premiers indices d'une mort prochaine. — Les muscles participent, aussi bien que les nerfs, à ce surcroît d'excitabilité. — Tous les tissus deviennent plus irritables quand l'influence nerveuse est supprimée. — Les nerfs ne sont donc pas seulement des excitateurs, ce sont aussi des freins. — Actions réflexes : leur mécanisme. — Effets d'une section complète sur les branches du grand sympathique. — Effets produits sur le grand sympathique par la section du pneumogastrique. — Convulsions de l'asphyxie chez les animaux dont la moelle épinière a été coupée.

Messieurs,

Nous vous avons montré, dans la dernière séance, qu'une section pratiquée sur l'une des moitiés de la moelle épinière, loin d'abolir la sensibilité du côté lésé, donnait naissance à une hyperesthésie considérable. Nous trouvons, dans ce phénomène, un fait pathologique qui mérite d'être sérieusement étudié, d'autant plus qu'il est

applicable au système nerveux dans toute son étendue. Tout nerf séparé du centre dont il émane acquiert des propriétés spéciales, qui ne diffèrent cependant de celles dont il jouit à l'état normal que par un excès d'intensité.

Pour bien comprendre les considérations dans lesquelles nous allons bientôt entrer, il ne faut pas perdre de vue ce principe, qu'il existe une sensibilité parfaitement distincte de la douleur, et qui se manifeste sous d'autres formes ; telle est, par exemple, la sensibilité spéciale dont jouit le nerf optique, telle serait aussi la sensibilité propre dont jouit la moelle épinière et dont nous vous avons parlé dans nos le ons précédentes. Ainsi donc, il existe dans les nerfs des ropriétés spéciales, différentes de celles qui se rapportent à la vie volontaire, et qui s'accroissent après qu'ils ont été coupés. En d'autres termes, il ne faut pas confondre l'excitabilité nerveuse, ni la transmission de ses effets, avec la conscience qui perçoit le phénomène lorsqu'il s'est produit.

Il est maintenant bien entendu que c'est à cette sensibilité non perçue, à cette motilité involontaire, que doivent s'appliquer les considérations que nous allons vous présenter. Sans doute, il ne faut pas oublier que, dans certains cas, la sensibilité, même consciente, peut se trouver exaltée par des procédés analogues : mais ce n'est point de ces phénomènes qu'il s'agit pour le moment.

Voici la grenouille que nous avons mutilée l'autre jour par la section unilatérale de la moelle épinière : la sensibilité du train postérieur est plus forte que chez l'animal sain que nous plaçons à côté d'elle pour servir de terme de comparaison : on peut aisément s'en assurer en leur

plongeant alternativement les pattes dans l'eau acidulée. Vous voyez que l'expérience réussit parfaitement.

Mais si la sensibilité se trouve augmentée, les facultés motrices le sont aussi. Toutes les fois qu'un nerf de mouvement a été séparé du centre nerveux, il devient plus excitable. Nous allons couper la cuisse à cette grenouille saine, c'est-à-dire diviser tous les tissus, muscles, vaisseaux, ligaments, mais en respectant le nerf sciatique. Maintenant, le membre ne tient au corps que par ce cordon nerveux; nous allons l'exciter par un courant galvanique. Après avoir constaté le minimum d'intensité qu'il est nécessaire de donner au courant pour provoquer une contraction, nous couperons le nerf sciatique, et nous pourrons nous assurer qu'un courant, très inférieur en force au premier, excite les contractions des muscles, une fois que le nerf est séparé du tronc. Mais, avant de le diviser, nous vous montrerons que, dans le premier cas, lorsque le nerf tient encore à l'axe médullaire, la direction du courant minimum est indifférente, c'est-à-dire que la contraction a toujours lieu à la fermeture de la pile, quelle que soit la direction du courant. Mais quand le nerf a été coupé, il n'en est plus de même, et la contraction a lieu tantôt à l'entrée, tantôt à la sortie, selon la direction du courant. Tous ces phénomènes s'observent également sur un nerf sciatique divisé, en laissant intacts les vaisseaux et tous les tissus de la cuisse.

Nous pratiquons l'expérience dès que le nerf a été coupé; les contractions, d'abord très faibles, par une sorte d'abaissement subit et passager des propriétés qui ont lieu au moment de la section, acquièrent peu à peu

une intensité croissante, et nous constatons déjà qu'en diminuant l'intensité du courant, nous avons des convulsions, avec un courant trop faible auparavant pour les produire.

Nous voyons donc par cette expérience que les nerfs du mouvement, aussi bien que les nerfs de sensibilité, participent aux modifications qui résultent de leur isolement des centres, et nous pouvons, par conséquent, affirmer que la section d'un nerf quelconque augmente, pendant un certain temps, les propriétés spéciales dont il est doué. Mais cette exaltation nerveuse que nous venons de constater pour les courants électriques s'observe de même par rapport aux agents médicamenteux : c'est ainsi qu'une faible dose de strychnine, administrée à un animal dont on a coupé la moelle épinière, peut produire des convulsions dans les membres situés au delà de la section, sans en déterminer dans les membres situés au-dessus. Je vous ai déjà dit que cette propriété du système nerveux avait été signalée, au point de vue clinique, par le professeur Fouquier, qui, en administrant la strychnine aux paraplégiques, avait observé des convulsions dans les membres paralysés, lorsque rien de semblable ne se produisait dans les parties supérieures du corps. Nous reviendrons encore sur ce point dans une autre leçon.

Une fois la section opérée, il y a, avons-nous dit, une augmentation de l'excitabilité, qui s'élève peu à peu à un summum d'intensité, puis s'abaisse graduellement; car le nerf finit par se désorganiser et perdre complètement ses propriétés. C'est alors qu'on peut constater que les muscles aussi participent à cette série de phénomènes,

et deviennent plus sensibles à l'action du galvanisme, après leur séparation du corps : mais cette modification ne commence à se manifester qu'après la mort complète des nerfs qui les animent, ainsi que l'a montré M. Faivre. Vous voyez donc, messieurs, que l'excitabilité de tous les tissus paraît augmenter, lorsqu'ils se trouvent soustraits à l'influence nerveuse qui les dominait. En un mot, il ne faut pas considérer les nerfs comme de simples excitateurs : ils agissent aussi comme des freins.

Les propriétés du système nerveux peuvent donc subir des modifications dans leur intensité, qui pourraient au premier abord être prises pour des différences de nature, mais qui ne sont que la suite des conditions diverses dans lesquelles le système nerveux peut être placé.

Ce n'est pas encore tout; il se produit des phénomènes plus complexes et plus singuliers, et qui se rapprochent davantage des conditions pathologiques, chez les animaux qui ont subi la section complète ou partielle de la moelle épinière. Nous allons entrer dans quelques détails à ce sujet.

Prenez un animal privé des mouvements volontaires par la section transversale de l'axe médullaire ; on ne peut, en général, exciter de mouvements réflexes, soit dans le train antérieur, soit dans le train postérieur, qu'en agissant sur un point sensitif qui est resté en communication avec les nerfs moteurs sous l'influence desquels doivent s'accomplir les mouvements ainsi provoqués : c'est ainsi que, pour déterminer des convulsions du train postérieur, il faut pincer les pattes postérieures, tandis qu'on excite les pattes antérieures, pour amener des convulsions dans

le train antérieur. Mais, quelque temps après l'opération, l'excitabilité peut atteindre des proportions telles qu'en agissant sur les pattes antérieures, on peut convulser les membres postérieurs eux-mêmes, *aut vice versâ*. Vous pouvez voir ici que cette expérience est pratiquée avec succès, chez une grenouille dont la moelle a été sectionnée en travers depuis un certain temps.

Cette expérience réussit aussi bien chez les mammifères que chez les batraciens; toutefois le phénomène ne se manifeste que chez les animaux dont l'excitabilité a été modifiée et accrue par des lésions de la moelle épinière. Mais, d'après les idées généralement reçues, on ne devrait pouvoir exciter de mouvements réflexes dans les membres antérieurs qu'en agissant sur des nerfs sensitifs qui aboutissent à un point placé au-dessous de la section. Comment s'opère la transmission, en pareil cas ? Ce n'est pas évidemment par la moelle épinière : ce ne pourrait être que par le grand sympathique, qui est resté intact, ou par le développement et l'extension d'un réseau sensitif périphérique de la peau, qui mettrait en communication les nerfs sensitifs du train antérieur et du train postérieur. Cette dernière opinion est la plus probable.

Il existe dans la science des faits pathologiques complètement inexplicables d'après les idées reçues, qui pourraient peut-être trouver une explication d'après cette théorie. Dans le *Journal de Physiologie* de Magendie, on lit l'observation d'un homme atteint d'une affection de la moelle épinière, qui marchait encore quelques jours avant la mort, bien qu'avec un affaiblissement marqué. A l'autopsie, on trouva un ramollissement localisé sur

un point parfaitement circonscrit, vers la région dorsale, et qui n'avait laissé subsister qu'un mince faisceau de substance médullaire ; or, ce n'était point là, selon toute apparence, un ramollissement cadavérique, car l'ensemble de l'organe n'était point affecté, et la lésion ne siégeait que sur un point nettement limité. Il y avait donc une interruption presque complète des communications entre les centres nerveux supérieurs et la partie inférieure du corps : et cependant les mouvements volontaires avaient persisté. Comment expliquer cette contradiction apparente, si ce n'est en invoquant les faits que nous venons de signaler ?

Le grand sympathique est soumis à la même loi que le système cérébro-spinal par rapport à l'augmentation de ses propriétés, quand il a été divisé. Si vous excitez le plexus solaire, aucun effet ne se trouvera produit par rapport aux nerfs moteurs qui se distribuent aux membres : mais, en plaçant le système de la vie organique dans des conditions spéciales, on peut le rendre tellement excitable que le pincement d'un de ses ganglions amène sur-le-champ des convulsions générales. Rien n'est plus remarquable, par exemple, que l'influence exercée par la section complète du pneumogastrique sur le grand sympathique : c'est alors qu'il acquiert ces propriétés nouvelles, qui, au premier abord, paraissent étrangères à tout ce qui existe à l'état normal. Ces phénomènes ont été étudiés par quelques observateurs : cependant, il reste beaucoup de recherches à faire à ce sujet.

M. Brown-Séquard, après avoir paralysé des cochons d'Inde en leur coupant la moelle épinière, a réussi à exci-

ter chez eux des convulsions générales, auxquelles les membres paralysés participaient aussi bien que les autres ; il fallait pour cela placer les animaux dans un état d'asphyxie, soit par la strangulation, soit en leur fermant les orifices respiratoires. Cet habile expérimentateur attribue ces phénomènes à la présence d'un excès d'acide carbonique dans le sang. Je ne partage pas son opinion, car, en faisant mourir les animaux par hémorrhagie, j'ai vu les mêmes symptômes se produire, et cependant il ne s'était point accumulé d'acide carbonique dans le sang. Il faudrait, je crois, plutôt chercher l'explication de ces phénomènes étranges dans un état particulier survenu dans les nerfs de la vie organique ou du système cérébro-spinal.

SEPTIEME LEÇON

DES PROPRIÉTÉS DES NERFS SOUMIS A UNE SECTION COMPLÈTE (SUITE).

SOMMAIRE : Récapitulation des principales expériences qui démontrent l'augmentation de l'excitabilité dans les nerfs coupés. — Hypéresthésie. — Action du galvanisme. — Action des médicaments et des poisons. — Action du curare. — Les agents médicamenteux, introduits dans l'économie, dirigent habituellement leur action plus spécialement sur les organes malades. — L'influence des nerfs sur la contractilité des vaisseaux explique cette affinité élective. — Comment les tissus des animaux inférieurs peuvent-ils acquérir les propriétés qui caractérisent les animaux supérieurs, et réciproquement? — Effets des poisons chez les animaux dont les nerfs ont été coupés. — Expériences diverses.

MESSIEURS,

Nous venons d'établir devant vous que les propriétés d'un nerf séparé du centre dont il émane acquièrent une intensité qu'elles étaient loin de posséder à l'état physiologique. Or, la propriété caractéristique d'un nerf moteur étant d'exciter les contractions musculaires, cette faculté spéciale doit évidemment augmenter dès que le nerf est plus ou moins isolé de son origine; c'est ce que nous allons encore vous démontrer expérimentalement.

Il s'agit donc pour nous de prouver qu'un nerf est plus excitable, dans de pareilles conditions, qu'il ne l'était auparavant; or nous possédons une foule de moyens pour l'établir. On ne peut d'abord employer l'appareil de M. Du-

Bois-Reymond, et montrer, comme nous l'avons fait à la dernière séance, qu'un courant trop faible pour stimuler l'activité physiologique d'un nerf sain suffit parfaitement pour agir sur lui lorsqu'il a été divisé; on peut ainsi obtenir l'effet que l'on cherche à produire, soit en augmentant l'intensité du courant, soit en interrompant la continuité du nerf. Voilà donc un premier mode de démonstration; mais on peut également prouver l'existence du phénomène singulier par un autre procédé. Lorsqu'on étudie l'effet de la galvanisation par un courant continu sur les nerfs sains, on s'aperçoit qu'au moment où l'on ferme le circuit, une contraction se produit; puis le muscle demeure en repos, et, quand on ouvre le courant, rien de nouveau ne se produit. Mais quand le nerf est divisé, la contraction se manifeste aussi bien à l'ouverture qu'à la fermeture du courant.

On pourrait trouver ces preuves suffisantes pour établir la vérité de nos assertions; mais il faut, autant que possible, accumuler les démonstrations autour d'un fait. Nous allons donc vous présenter des preuves d'un ordre différent, et qui méritent une attention spéciale, parce qu'elles se rattachent plus directement aux phénomènes pathologiques.

Voici une grenouille chez laquelle le nerf sciatique a été divisé d'un seul côté; il est donc plus sensible aux impressions extérieures que celui du côté opposé, comme nous venons de le voir; mais nous allons vous démontrer qu'il est en même temps beaucoup plus sensible aux actions médicamenteuses et toxiques. Nous ferons usage du curare dans cette expérience, et, en comparant les

effets obtenus du côté malade à ceux qui se produisent du côté sain, vous pourrez vous assurer que le nerf coupé a été plus promptement empoisonné que son congénère; en d'autres termes, qu'il a résisté moins longtemps à l'action toxique. Mais comme l'excitabilité nerveuse chez un animal soumis à cette expérience augmente en raison directe du temps qui s'est écoulé depuis la section du nerf, nous avons pratiqué l'opération quelque temps avant l'ouverture de la séance, afin de permettre aux effets de s'accumuler pour ainsi dire dans le nerf coupé.

Pour expliquer de pareils phénomènes, nous sommes obligés comme toujours de tenter dans des hypothèses : celles que nous vous présentons reposent toutefois sur des faits positifs. Il faut admettre qu'il y a, dans ces cas, des espèces de susceptibilités électives qui ne résultent, en réalité, que d'une différence d'intensité entre les propriétés d'un nerf malade et celles d'un nerf sain. Supposez que, dans un organe donné, le système nerveux se trouve plus excitable et faites pénétrer dans le torrent circulatoire un agent qui porte spécialement son influence sur le système nerveux, il est naturel de supposer que les nerfs de l'organe malade ou hypéresthésiés seront frappés les premiers. Supposez qu'un courant électrique faible parcoure le corps, il n'agira nulle part sur les nerfs, sauf sur le point où ils seront malades, c'est-à-dire plus excitables; mais il provoquera dans cet endroit la contraction des muscles dont l'innervation se rattachera au point lésé ; et s'il s'agit d'un nerf vasomoteur au lieu d'un nerf musculaire, des effets analogues seront produits, mais sur les vaisseaux seulement. Voilà pourquoi, si vous administrez un médi-

cament à l'individu malade, son action devra se porter de préférence sur l'organe souffrant; c'est de ce côté que les actions électives devront se manifester. On comprend donc qu'en vertu de ces lois physiologiques, les espèces qui occupent la partie inférieure de l'échelle animale peuvent acquérir les propriétés qui caractérisent, à l'état normal, des animaux d'un ordre supérieur. Des modifications de la même nature peuvent se produire dans les divers tissus d'un seul et même individu; des organes peu sensibles peuvent acquérir tout à coup une sensibilité peu commune, et des tissus peu vasculaires peuvent tout à coup se trouver gorgés de sang dans le cours de certaines maladies.

Nous avons constaté chez des grenouilles et des chiens la différence qui vient d'être signalée entre les nerfs coupés et les nerfs à l'état sain; M. le professeur Pélikan, de Saint-Pétersbourg, a répété les mêmes expériences sur de grands animaux avec un entier succès. Il est donc pleinement démontré que des nerfs moteurs, une fois séparés de la moelle, acquièrent un surcroît momentané d'excitabilité.

Nous allons maintenant pratiquer sous vos yeux l'expérience qui vient de vous être annoncée. Voici l'animal dont le nerf sciatique a été coupé d'un seul côté; nous allons l'empoisonner par le curare, et galvaniser simultanément le nerf sain et le nerf malade, et nous devons voir l'excitabilité disparaître du côté malade avant de s'éteindre du côté sain.

Nous avons mis ici le nerf sciatique à nu des deux côtés, si nous introduisons le curare sous la peau. Nous galva-

nisons ensuite les deux nerfs à plusieurs reprises ; mais l'excitabilité s'est éteinte très vite et d'une manière simultanée des deux côtés, de sorte qu'aucune différence n'a été remarquée. L'expérience n'a pas réussi, messieurs, parce que la dose de curare était trop forte et que les chaleurs de l'été ont amené une mort trop rapide du nerf. Nous la répéterons chez un second animal, avec une dose plus faible de ce poison.

Nous reprendrons ce sujet à la prochaine séance.



HUITIÈME LEÇON

DES PROPRIÉTÉS DES NERFS SOUMIS A UNE SECTION COMPLÈTE (SUITE).

SOMMAIRE : Analyse des expériences tentées sans succès dans le cours de la leçon dernière. — Pourquoi ces expériences n'ont-elles pas réussi ? — En physiologie, comme dans les autres sciences, les résultats d'une expérience faite dans les mêmes conditions sont toujours identiques. — Des exceptions en médecine. — Différences individuelles qui peuvent exister soit à l'état de santé, soit dans l'état morbide. — L'irritabilité excessive des nerfs coupés est un phénomène pathologique. — Cette excitabilité est aussi l'un des premiers symptômes produits par l'action du curare et de certains autres poisons. — Les expériences qui avaient échoué dans la séance précédente sont pratiquées cette fois avec succès.

MESSIEURS,

Nous allons continuer nos études sur les variations que présentent les propriétés des nerfs dans de certaines conditions pathologiques, en les comparant avec celles qui existent à l'état sain ; ces différences, vous le savez, se rattachent surtout à des variations d'intensité des propriétés nerveuses, ce qui démontre bien clairement que l'état physiologique et l'état pathologique ne sont réellement pas séparés, mais se confondent par des nuances insensibles.

Nous avons cherché, dans la dernière séance, à vous démontrer que les actions médicamenteuses et toxiques donnent lieu, pour les nerfs malades, à des considéra-

tions communes. Nous avons empoisonné des grenouilles dans le but de vous convaincre que les propriétés du nerf disparaissaient plus promptement du côté mutilé que du côté sain. L'expérience n'a pas réussi à l'amphithéâtre; nous l'avons immédiatement répétée dans le laboratoire après le cours avec un plein et entier succès. Cette différence tenait, comme je l'avais prévu, aux conditions de la température qui modifient beaucoup la marche des empoisonnements chez les animaux à sang froid; elle tenait aussi à la grande faiblesse du courant galvanique que nous avions employé. Mais nous allons répéter le fait immédiatement sous vos yeux, afin de vous convaincre que les expériences bien faites donnent toujours les mêmes résultats en physiologie aussi bien que dans les sciences physico-chimiques; seulement, il faut redoubler de précautions, parce que les conditions sont plus mutiples, plus complexes et plus difficiles à fixer.

On abuse du mot *exception*, en médecine; d'une manière absolue, il n'y a point d'exceptions, c'est-à-dire qu'il n'y a point de faits contraires à la loi qui doit toujours être générale. Le plus souvent, il s'agit de différences d'intensité dans la manifestation des phénomènes, et c'est l'imperfection de nos connaissances qui nous oblige à regarder comme des exceptions les faits dont nous n'apercevons pas bien clairement les relations ou le mécanisme. Car il reste bien entendu que, dans des conditions identiques, des phénomènes toujours identiques se produisent; contester ce principe, ce serait nier la science elle-même.

Mais ce n'est pas seulement à l'état pathologique pro-

duit par des mutilations, que les individus diffèrent les uns des autres, il en est aussi de même à l'état que l'on considère comme la santé ; c'est ainsi qu'à l'aide d'un appareil électrique gradué, nous pouvons constater que chez des grenouilles parfaitement saines l'excitabilité musculaire peut varier dans certaines limites. Chez une grenouille vigoureuse, il faut toujours un courant plus énergique pour exciter les nerfs et stimuler les contractions musculaires que chez un animal affaibli. Il existe donc des conditions générales qui paraissent exercer ici une action analogue à celle de la section des nerfs, et qui constituent le passage de la physiologie à la pathologie. Lorsqu'on veut comparer entre elles les propriétés des nerfs dans les diverses conditions où ils peuvent être placés, c'est aux animaux sains et vigoureux qu'il faut toujours avoir recours ; ils présentent en effet ces différences d'une façon bien plus caractéristique que les animaux affaiblis. Si, par exemple, la différence entre l'excitabilité d'un nerf sain et d'un nerf coupé se trouve dans le rapport de 1 à 10, chez une grenouille bien portante, elle ne sera peut-être que dans le rapport de 1 à 5 chez une grenouille déjà malade et affaiblie.

Cette susceptibilité si marquée ou cette excitabilité exagérée que prend le nerf est un état antiphysiologique et l'un des premiers signes de l'état pathologique. C'est de même l'un des premiers symptômes de l'empoisonnement.

En effet, si vous donnez une faible dose de curare à un animal, vous verrez dans les premiers moments les nerfs moteurs, quoique tenant encore à la moelle épinière, de-

venir plus sensibles aux courants galvaniques ; s'il fallait, à l'état normal, un courant de 10 degrés pour exciter la contraction, il suffira dès lors d'un courant de 8, 7 ou 6 degrés ; mais bientôt ce mouvement ascendant s'arrête, l'excitabilité du nerf baisse, revient graduellement à l'état primitif, tombe au-dessous de lui et finit par s'éteindre complètement. On pourrait représenter graphiquement cette progression par une courbe qui s'élèverait d'abord au-dessus d'une ligne horizontale, représentant l'état normal ou le point de départ, retomberait ensuite à son niveau et s'abaisserait ensuite indéfiniment jusqu'à zéro, c'est-à-dire jusqu'à disparition complète des propriétés nerveuses.

Je ne crois pas d'ailleurs que cette série de phénomènes soit exclusivement propre au curare ; elle paraît se produire dans la plupart des empoisonnements et serait, en quelque sorte, je le répète, la premier symptôme de l'état morbide auquel ils ont donné naissance. Au moment où l'ingestion du poison vient d'avoir lieu, l'animal est à l'état physiologique, et possède une irritabilité nerveuse normale; mais, dès que l'excitabilité galvanique du nerf a commencé à grandir, l'empoisonnement commence à s'effectuer, et, quoique les nerfs soient devenus plus excitables dans leurs troncs, les mouvements volontaires sont parfois déjà partiellement paralysés, ou du moins affaiblis; enfin, plus tard et au moment où les propriétés du nerf commencent à baisser, les mouvements volontaires ont entièrement disparu.

En terminant cette leçon, nous allons reprendre les expériences de la dernière séance pour vous montrer

qu'elles réussissent toujours lorsqu'elles sont faites dans les conditions bien déterminées. Nous opérerons immédiatement après la section du nerf, afin qu'on ne puisse pas nous objecter que le nerf coupé est devenu plus excitable par la simple action de l'air, ou qu'il a été modifié d'une autre manière, indépendante de leur séparation du centre nerveux.

Nous mettons ici à nu les deux nerfs sciatiques sur une grenouille vigoureuse, en évitant de blesser les vaisseaux, et nous coupons l'un d'eux. On les électrise ensuite alternativement à l'aide de l'appareil gradué de Du Bois-Reymond; l'électrisation du nerf coupé provoque des contractions quand l'appareil marque un degré et demi, celle du nerf sain n'en provoque qu'à 13 degrés. On empoisonne ensuite l'animal par le curare, en injectent deux gouttes d'une solution concentrée sous la peau à l'aide d'une seringue de Pravaz. Au bout de cinq minutes, le nerf sain pour être excitable n'exige plus que 12 degrés; il a donc augmenté de sensibilité. Le nerf coupé au contraire exige un courant de 4 degrés ; son irritabilité a donc diminué. Au bout de dix minutes, l'excitabilité du nerf sain est encore plus grande, et il produit des contractions à 10 degrés, et la paralysie des mouvements volontaires commence à se montrer. Enfin, après un quart d'heure, le nerf coupé est devenu complètement insensible à l'action des plus forts courants galvaniques, tandis que l'excitabilité du nerf sain commence seulement à baisser. Au bout de vingt minutes, l'animal est complètement paralysé quant aux mouvements volontaires, et le nerf sain réagit encore sous l'influence d'un courant égal à

celui qui suffisait pour l'exciter avant l'empoisonnement. Enfin, au bout de vingt-trois minutes, tout est fini : le nerf sain lui-même est complètement mort.

L'empoisonnement n'aurait pas été si lent si la dose de curare eût été plus forte ; la mort aurait eu lieu en cinq ou six minutes, mais nous avions ici pour but de ralentir la marche des phénomènes afin de mieux les étudier.

NEUVIÈME LEÇON

DES DIFFÉRENCES QUE PRÉSENTENT LES NERFS SENSITIFS ET LES NERFS MOTEURS, APRÈS UNE SECTION COMPLÈTE.

SOMMAIRE : L'action des médicaments et des poisons sur le système nerveux semble, au premier abord, en augmenter les propriétés. — Application de ces données à la pathologie. — Effets de l'opium. — Les lésions du système nerveux modifient les effets des excitants extérieurs. — A l'état normal, le galvanisme agit plus énergiquement sur les nerfs moteurs que sur les fibres sensitives. — Le contraire a lieu après la section de la moelle épinière. — Effets généraux des lésions qui portent sur l'appareil sensoriel. — Production artificielle d'accès épileptiformes. — Expériences de M. M. Brown-Séquard. — Parallèle entre les effets de la strychnine et ceux du curare. — Troubles exclusivement produits par le système nerveux. — Convulsions, troubles de sécrétion, etc. — Différence essentielle entre les deux grandes divisions du système nerveux.

MESSIEURS,

Nous avons étudié précédemmment l'action des agents excitants, toxiques ou médicamenteux sur les nerfs, à l'état sain comme à l'état pathologique, et nous avons vu que l'exaltation de leurs propriétés spéciales est le premier effet qui se manifeste. Le curare lui-même, dont l'action tend à paralyser complètement le nerf moteur, commence par exalter ses propriétés ; de telle sorte que, si l'on pouvait suspendre l'action du poison, et maintenir le nerf dans l'état où il se trouve au début de l'expérience, on obtiendrait des effets diamétralement opposés à ceux qui doivent se produire définitivement. C'est là une particularité qui

paraît commune aux actions d'un grand nombre de substances. Pourrait-on expliquer ainsi comment l'opium pris à faible dose est un excitant très énergique, tandis qu'à forte dose il est stupéfiant; et pourrait-on étendre ces considérations aux médicaments dont lse effets, à doses fractionnées, diffèrent de ceux qu'ils produisent à fortes doses?

Mais, on le comprend, ces effets seront susceptibles d'éprouver encore des variations considérables, suivant l'état où se trouvent les centres nerveux, et les troncs qui en émanent. A l'état normal, les nerfs sensitifs sont moins facilement impressionnés par l'action du courant électrique que ne le sont les nerfs moteurs : et il faut un courant plus énergique pour éveiller la douleur ou produire des mouvements réflexes que pour stimuler les contractions musculaires par la galvanisation d'un nerf mixte. Ainsi, l'action de l'électricité à l'état physiologique, se fait d'abord sentir sur les fibres motrices; mais après la section de la moelle épinière, l'hypéresthésie qui résulte de cette opération permet aux fibres sensibles de reprendre le dessus et les rapports sont alors renversés. C'est ainsi que nous voyons la douleur et les mouvements réflexes se produire beaucoup plus rapidement, en pareil cas, que les convulsions par excitations des fibres motrices.

Nous vous avons souvent entretenus du mécanisme par lequel les affections locales deviennent générales : et nous vous avons montré que la circulation d'une part, le système nerveux de l'autre, sont les deux agents qui permettent à cette généralisation de se produire. On n'admet universellement que l'action de la première de ces deux

causes : elle est d'ailleurs plus facile à comprendre et à démontrer. Quant à l'action de la seconde, elle est plus difficile à saisir, bien qu'il soit assez facile d'en donner expérimentalement la preuve. Lorsqu'un cheval se blesse, avons-nous dit, en marchant sur une pierre aiguë, si vous coupez le nerf sensitif qui se rend au point blessé, vous ne verrez se produire aucun des phénomènes généraux qui résultent ordinairement de cette plaie ; il n'y aura ni douleur, ni fièvre, ni symptômes de réaction. Mais, si au lieu de couper un nerf à l'animal, vous lui faisiez une section unilatérale de la moelle épinière, un effet tout opposé serait produit ; la fièvre, la douleur, les phénomènes inflammatoires, loin de disparaître, comme dans le premier cas, viendraient sans doute acquérir une intensité plus grande.

Il en est de même par rapport à une maladie qui a longtemps attiré l'attention des observateurs, bien que l'on n'ait point réalisé jusqu'à présent de grands progrès relativement au traitement qu'il convient de lui opposer : je veux parler du tétanos, affection convulsive qui résulte évidemment d'une lésion du système nerveux. Il devient beaucoup plus facile de produire les symptômes qui la caractérisent, quand les animaux ont subi la section unilatérale de la moelle épinière. Vous voyez donc, messieurs, qu'en produisant une hypéresthésie artificielle sur un point donné, et en excitant ensuite le membre correspondant, on peut donner naissance au tétanos, à la fièvre, et même à des attaques d'épilepsie. C'est à des phénomènes de ce genre que se rattachent ces accès d'épilepsie produits, par M. Brown-Séquard, chez des

cochons d'Inde auxquels il avait pratiqué l'hémisection de la moelle épinière; M. Brown-Séquard a même constaté que ces animaux deviennent sujets à des accès spontanés d'épilepsie qui se reproduisent à des époques assez régulières. On peut donc observer beaucoup de faits qui peuvent s'expliquer par les modifications analogues à celles qui sont aujourd'hui bien démontrées dans la section des nerfs. Mais la différence essentielle entre les deux ordres de fibres sensitives et motrices réside particulièrement dans la faculté de généraliser les effets produits, que possèdent les premiers et qui manque aux seconds. Ainsi, lorsqu'après avoir lié les vaisseaux du membre inférieur chez la grenouille, en respectant le nerf sciatique, on injecte du curare dans le membre qui ne communique plus avec la circulation générale, il en résulte une paralysie des fibres motrices jusqu'à leur origine, à la moelle épinière. Dans toute cette étendue, le nerf a perdu ses propriétés; mais là s'arrête l'action du poison, sur tous les autres points de l'économie, les cordons moteurs restent à l'état normal. Des effets bien différents sont produits par une injection de strychnine, qui réagit, dès qu'elle est arrivée à la moelle épinière, sur toute l'étendue du système nerveux. Quand une seule moitié de la moelle épinière, celle qui correspond au membre empoisonné, a été divisée, les effets sont naturellement plus marqués qu'à l'état ordinaire; mais quand elle a été coupée en travers, les convulsions sont ordinairement limitées au train postérieur.

Vous voyez donc, messieurs, que les nerfs peuvent transmettre à leur point d'implantation des influences

morbifiques dont les effets deviendront généraux, sans emprunter le secours d'aucun autre système; ils peuvent, en effet, produire non seulement des convulsions, par leur influence sur les muscles, mais encore des congestions par leur influence sur les vaisseaux, et des vices de sécrétion par leur action sur les glandes. Et ces phénomènes produits, sous l'empire des nerfs sensitifs, obéissent aux lois qui régissent les actions provoquées par des nerfs moteurs. Ainsi, dans la fièvre par influence nerveuse à la suite d'une lésion locale, il y a plusieurs états intermédiaires, avant que l'on n'arrive au résultat définitif. La fièvre, en effet, paraît être un état particulier, dans lequel les nerfs vaso-moteurs sont momentanément affaiblis; de là résulte une activité exagérée des phénomènes vasculaires. Mais ces effets sont précédés d'un état tout opposé, ainsi que le témoigne le frisson qui prélude à l'explosion de la fièvre; il semble se produire d'abord une contraction des capillaires, puis une dilatation de ces vaisseaux; il y aurait donc, dans cet enchaînement des phénomènes, une série parallèle à celle que l'on observe dans les cas d'empoisonnement, par rapport aux nerfs moteurs. Au premier abord l'excitabilité nerveuse s'accroît, plus tard elle diminue; sous l'influence d'une excitation prolongée, le nerf se relâche, et perd ses propriétés, après avoir d'abord violemment réagi. Un phénomène analogue se produit à la surface de la peau, à la suite d'une immersion soudaine dans l'eau froide, les vaisseaux se contractent au premier moment, et la température s'abaisse pendant quelques secondes. Mais, un instant après, les capillaires se relâchent, ils

se remplissent de nouveau, le sang afflue à la peau et la température s'élève : c'est ce phénomène décrit par les médecins hydrothérapistes, sous le nom de *réaction.*

En résumé, messieurs, il résulte de tout ce qui précède que nous pouvons par de certaines opérations déterminées à l'avance amener un excès d'excitabilité dans les nerfs sensitifs, comme dans les nerfs moteurs; seulement les effets produits se généralisent dans le premier cas, et demeurent localisés dans le second.

DIXIÈME LEÇON

DES EFFETS PRODUITS SUR LE SYSTÈME MUSCULAIRE PAR LA SUPPRESSION DE L'INFLUENCE NERVEUSE.

SOMMAIRE : Intervention de l'élément contractile dans tous les phénomènes nerveux. — La contractilité est une propriété spéciale des muscles, indépendante des nerfs qui les animent. — Opinions diverses. — Expériences de M. Kühne. — Variations de l'irritabilité musculaire. — Opinions de Remak. — Expériences de M. Duchenne, de Boulogne. — L'irritabilité musculaire augmente quand toute influence nerveuse est supprimée. — L'action des poisons est en même temps plus rapide. — Parallèle entre les propriétés du tissu musculaire chez les batraciens et chez les mammifères. — Expériences diverses sur ce point.

MESSIEURS,

Nous nous sommes spécialement occupés des nerfs de la vie de relation après qu'ils ont été séparés de leurs centres nerveux. Mais le système musculaire intervient inévitablement dans l'étude des phénomènes sur lesquels nous avons attiré votre attention dans les précédentes leçons. S'agit-il des nerfs moteurs? C'est en provoquant des contractions qu'ils manifestent leur activité. S'agit-il, au contraire, des nerfs sensitifs? ce sont des sensations douloureuses, que trahissent les cris ou les mouvements de l'animal. Dans l'un et l'autre cas, c'est au muscle que nous avons affaire; il intervient toujours comme témoin nécessaire des propriétés du système nerveux. Il est donc

indispensable, comme vous le voyez, pour parvenir à une notion complète des phénomènes qui nous occupent, d'examiner à son tour la série des modifications que peut subir, dans diverses circonstances, l'excitabilité du tissu musculaire lui-même.

La première question qui se présente, au début de ces études, est la suivante : la contractilité des muscles est-elle une propriété spéciale de leur tissu ? Devons-nous la regarder comme une faculté indépendante qui réside en eux, ou comme un phénomène qui ne saurait jamais se produire sans l'intervention des nerfs ? Vous connaissez déjà notre manière de voir à cet égard ; nous vous l'avons exposée en parlant de certaines actions toxiques qui paralysent les propriétés des nerfs, sans priver les muscles de leur contractilité normale. Ce qui veut dire en d'autres termes que nous considérons la contractilité musculaire comme distincte et indépendante de l'excitabilité nerveuse. Déjà, depuis près d'un siècle, Haller avait émis l'opinion que les propriétés du tissu musculaire jouissent d'une existence indépendante de celle des propriétés des nerfs. Ce n'est pas, disait-il, le système nerveux qui donne aux muscles leur contractilité spéciale, car le cœur, celui de tous les muscles qui se contracte le plus énergiquement, ne reçoit point de nerfs. Nous savons aujourd'hui que cet argument anatomique est exagéré ou même faux. Oui, le cœur reçoit des nerfs, mais il n'en possède qu'une faible proportion, par rapport à son volume, et ce n'est pas à l'intensité de l'innervation qu'il reçoit que l'on peut attribuer l'énergie infatigable qui caractérise son action physiologique. — Aujourd'hui il est prouvé que

les propriétés du nerf sont donc, comme le pensait Haller, bien réellement indépendantes de celles du muscle.

Les expériences récentes de M. Kühne ont d'ailleurs jeté une lumière nouvelle sur ce sujet; il a constaté que divers agents chimiques provoquent des contractions, lorsqu'ils sont mis directement en contact avec le tissu musculaire : mais qu'ils ne sont susceptibles de produire aucun effet par l'intermédiaire des nerfs, et que réciproquement il y a certaines autres substances, dont l'effet se produit lorsqu'on s'adresse aux troncs nerveux, et n'a pas lieu lorsqu'on agit directement sur le tissu musculaire. La question, je le répète, nous paraît donc définitivement résolue; il faut reconnaître ici dans le muscle et dans le nerf l'existence de deux ordres de propriétés distinctes.

Voyons maintenant dans quelles conditions se produisent les variations de l'irritabilité musculaire. Les excitants divers qui servent à mettre en lumière cette propriété sont quelquefois d'une nature spéciale, comme nous venons de le voir, et n'agissent nullement sur les autres tissus; mais, le plus souvent, ils sont de même nature que ceux qui réveillent l'activité du système nerveux. Dans ce dernier cas, il importe de remarquer la différence qui peut encore séparer l'excitabilité des muscles, et celle des nerfs. Lorsqu'il s'agit de l'électricité, par exemple, un courant faible suffit pour mettre en jeu l'activité physiologique des éléments nerveux; mais la fibre musculaire obéit plus difficilement à l'action du galvanisme, et il faut, pour amener des contractions, faire usage de courants beaucoup plus énergiques. Cette inégalité frappante a donné lieu, en

pratique, à des interprétations singulières. Remak a prétendu que l'irritabilité musculaire n'existait pas, et que pour faire contracter un muscle, il fallait le galvaniser précisément là où le nerf moteur pénètre et se distribue dans son tissu. On peut expérimentalement démontrer, dit-il, qu'en galvanisant un muscle, de manière à ce que les troncs nerveux ne soient pas compris dans le circuit, la contraction musculaire ne se produit point chez l'homme vivant. Si le contraire avait lieu après la mort, cela n'était plus, toujours au dire de Remak, qu'un phénomène sinon cadavérique, au moins le résultat d'une altération des propriétés du muscle par des conditions qui sont entièrement indépendantes de ce qui a lieu sur le muscle vivant.

Nous ne partageons pas l'explication de Remak relative à ces faits; nous croyons qu'il s'agit là d'une simple différence d'intensité. Il est, en effet, presque impossible d'appliquer aux muscles, chez le sujet vivant, des courants assez énergiques pour provoquer leur contraction directe, à cause de la douleur qu'ils occasionnent; mais, chez les animaux, on constate parfaitement la contraction d'un muscle électrisé directement, pourvu que les courants employés soient d'une intensité suffisante.

M. Duchenne, de Boulogne, dans ses recherches sur l'application du galvanisme au système musculaire (1), avait signalé l'existence de certains points d'élection, dans

(1) Voyez Duchenne (de Boulogne), *Physiologie des mouvements démontrée à l'aide de l'expérimentation électrique et de l'observation clinique et applicable à l'étude des paralysies et des déformations*. Paris, 1867, 1 vol. in-8. — *De l'électrisation localisée et de son application a la pathologie et à la thérapeutique par courants induits et par courants galvaniques interrompus et continus*. 3e édition, Paris, 1872.

chaque muscle pris individuellement, auxquels il faudrait appliquer les pôles du courant. Ces points d'élection ne seraient autre chose, d'après Remak, que les endroits d'immergence des filets nerveux. J'ai, de mon côté, démontré autrefois que l'on provoque des contractions évidentes en dirigeant l'électricité sur d'autres parties du muscle, pourvu toutefois que les courants soient doués d'une énergie suffisante. Dans mes premières expériences, cette condition avait été négligée : je m'étais servi de pinces électriques, capables de provoquer la contraction lorsqu'on agissait sur les nerfs, mais trop faibles pour stimuler directement la fibre musculaire ; mais plus tard j'ai réussi à produire cet effet, grâce à des courants plus énergiques. Je suis donc arrivé à conclure que, sous ce rapport, le nerf ne diffère du muscle vis-à-vis de l'excitant électrique que par une excitabilité plus grande. Des expériences ultérieures ont pleinement confirmé ce résultat.

M. Duchenne est arrivé, dans le cours de ses recherches, à une conclusion qui ne paraît pas physiologiquement orthodoxe. Il admet que, dans certains cas pathologiques, le muscle perd son irritabilité, de manière à ne plus se contracter sous l'influence du galvanisme, bien qu'il obéisse encore à l'influence de la volonté. Pour nous, jusqu'à démonstration bien évidente, nous penserons que ce ne sont là que des questions d'intensité. Il peut exister, en effet, une différence entre la dose d'un excitant nécessaire pour stimuler un muscle à l'état sain, et celle qui produit un effet semblable à l'état pathologique. Nous savons, d'ailleurs, que parmi les divers groupes de muscles qui se rencontrent dans l'économie sont, les

uns plus sensibles, les autres moins dociles à l'électricité. C'est ce qui a lieu pour les nerfs eux-mêmes, comme je l'ai suffisamment démontré dans mes leçons précédentes; et c'est là, sans doute, ce qui nous explique pourquoi certains poisons agissent plus spécialement sur les fléchisseurs, d'autres sur les extenseurs, d'autres enfin sur le cœur, etc., etc. Nous rentrons, à cet égard, dans l'application d'une loi générale, dont je vous ai souvent entretenus.

Isolé du centre nerveux, le tissu musculaire demeure pendant longtemps à l'état normal : ce n'est qu'au moment où les nerfs perdent leurs propriétés qu'un surcroît d'excitabilité se déclare dans les muscles; et comme nous l'avons vu précédemment pour les nerfs, la perte des propriétés normales coïncide d'abord avec une plus grande susceptibilité morbide. Et alors, les poisons agissent plus rapidement sur les muscles rendus plus excitables par la privation d'innervation que sur ceux qui se trouvent à l'état sain. Nos expériences à ce sujet ont été pratiquées, dans la majorité des cas, sur des animaux inférieurs; mais elles conduisent aux mêmes résultats chez les mammifères, lorsqu'on est parvenu à les placer dans des conditions identiques à celles où se trouvent les animaux à sang froid. Nous tenons à insister sur ce fait, en raison de son importance au point de vue de la pathologie expérimentale. Nous tenons en effet à vous montrer que les résultats donnés par l'expérimentation physiologique demeurent toujours les mêmes. Les propriétés que nous constatons chez les batraciens se retrouvent également chez les animaux plus élevés dans l'échelle; mais, chez

ces derniers, elles sont promptes à s'évanouir après la mort, ce qui les rend plus difficiles à saisir. Les propriétés électriques du tissu musculaire vont nous en fournir un exemple frappant.

Lorsque après avoir amputé le membre d'une grenouille et isolé son nerf principal on l'approche de la surface intérieure d'un muscle détaché du tronc, une contraction se produit dans le membre ; elle est le résultat d'un courant électrique qui passe de l'intérieur du muscle à sa surface extérieure; cette surface étant électrisée positivement, et la coupe du tissu en sens contraire. Si donc on applique le nerf que l'on veut exciter seulement à la surface du muscle, aucune contraction ne se produit; mais en l'appliquant à la partie intérieure du muscle ou sur sa coupe, un courant se produit, et la contraction est provoquée.

Nous pratiquons ici l'expérience sur une grenouille vivante, en amputant l'une des pattes et en isolant le nerf sciatique; puis nous détachons la masse musculaire de l'autre cuisse et nous appliquons successivement le bout du nerf à la surface et à l'intérieur de la masse charnue. Dans le premier cas, aucune contraction ne se produit; dans le second, le membre est agité des secousses convulsives.

Vous voyez, messieurs, que sur la grenouille cette expérience est très facile à réaliser; mais il n'en est pas ainsi chez les mammifères dans les conditions ordinaires: pour constater cette propriété, il faut d'abord les réduire à l'état d'animaux à sang froid.

Voici un lapin que nous avons placé dans ces condi-

tions en lui coupant la moelle épinière dans un point déterminé de la région cervicale. On obtient de cette manière un ralentissement général de tous les phénomènes de la vie : une diminution de la chaleur animale, un ralentissement des battements du cœur, une diminution du nombre des respirations, etc. Quant à la paralysie dont l'animal est frappé en ce moment, c'est le résultat naturel de la section de la moelle épinière. Mais on pourrait, par un procédé différent que je vous montrerai plus tard, réduire un mammifère à l'état d'un animal à sang froid, sans paralyser tous les mouvements des membres en même temps.

Je plonge un thermomètre dans le rectum du lapin que nous avons réduit à l'état d'animal à sang froid ; il ne marque que 27 degrés, tandis qu'à l'état normal il indique 38 ou 40 degrés. Nous allons maintenant lui couper une patte, isoler le nerf sciatique et chercher à provoquer des contractions par le courant musculaire, comme chez la grenouille. Peut-être l'expérience ne réussira pas encore parce que nous n'avons pas assez attendu. J'ai remarqué en effet que les résultats n'étaient bien marqués que lorsque la température de l'animal était descendue jusqu'à 22 degrés.

Nous tentons toutefois l'expérience, mais, à deux reprises, elle est, comme je l'avais prévu, sans succès. L'expérience sera renouvelée à la séance prochaine.

ONZIÈME LEÇON

DES VARIATIONS DE L'EXCITABILITÉ DES TISSUS VIVANTS

SOMMAIRE : L'excitabilité de tous les tissus augmente peu de temps avant la mort. — Un nerf étant coupé, l'augmentation de l'excitabilité se manifeste d'abord dans le tronc principal, puis dans les grosses branches qui en émanent, puis enfin dans les ramifications terminales. — Application de ces faits à la pathologie. — État des nerfs dans l'hystérie, dans la paralysie et chez lès anémiques. — Les propriétés du grand sympathique sont analogues, à cet égard, à celles du système cérébro-spinal. — La température du corps s'élève souvent de quelques degrés avant la mort. — Expériences sur le courant électrique des muscles. — La contraction musculaire peut servir d'excitant aux nerfs moteurs eux-mêmes.

Messieurs,

Au milieu de toutes les variations que présentent les expériences pratiquées, en été et en hiver, sur des animaux à sang chaud et à sang froid, et dans diverses conditions de température et de santé, un fait est constant : c'est que tout nerf, avant de mourir, présente une exaltation momentanée de ses propriétés. Il en est de même pour les muscles, comme nous venons de le voir ; mais le phénomène se produit un peu plus tard, après la mort du nerf lui-même.

Lorsque vous coupez le nerf sciatique d'un animal vivant, il se produit une série de changements qui ont pour terme sa désorganisation ; et le premier terme de cette

série est une exaltation de l'excitabilité. Peu de temps après, tout disparaît, et la mort s'avance du centre vers la périphérie du nerf; car les extrémités réagissent encore longtemps après que la vie a quitté le tronc principal. L'augmentation momentanée de l'excitabilité qui précède la mort suit exactement la même loi; elle se montre dans le tronc principal avant de se développer dans ses ramifications. Enfin, nous voyons la même série de phénomènes se montrer dans toutes les conditions morbides; nous voyons l'action des poisons, par exemple, parcourir exactement les mêmes phases et se diriger de préférence sur les parties les plus irritables du nerf.

Il en est de même des muscles; ils commencent à se désorganiser après la mort du nerf et parcourent une série de phases morbides. Mais ce n'est pas à ces deux tissus seulement que les effets de cette loi sont bornés; on les rencontre partout ailleurs dans l'économie. Dans presque tous les organes on voit l'excitabilité s'accroître aux approches de la mort; en un mot, la vie est un flambeau qui jette une clarté plus vive au moment de s'éteindre.

Les applications de cette loi générale à la nosologie sont nombreuses et faciles à prévoir. Les sujets dont le système nerveux présente une excitabilité spéciale, comme certains hystériques, par exemple, sont évidemment dans un état pathologique; mais les troubles de l'innervation s'annoncent par une exaltation momentanée de la fonction, qui coïncide souvent aussi avec diverses paralysies.

On a souvent observé une irritabilité particulière d'un côté de la face, chez les individus sur le point d'être

frappés d'une paralysie faciale, et l'on pourra sans doute observer une exaltation analogue chez les sujets menacés d'accidents semblables dans d'autres parties du corps. Enfin, il est bien démontré que, d'une manière générale, les sujets anémiques ou affaiblis ont le système nerveux plus irritable que ceux qui jouissent d'une pleine santé; de là l'ancien adage : *Sanguis moderator nervorum*, preuve nouvelle que cette exaltation, prise en elle-même, peut n'être quelquefois qu'un signe précurseur de l'affaiblissement.

Le grand sympathique lui-même obéit à la loi commune; au moment où ses fonctions vont cesser, elles subissent une exaltation momentanée ; on peut s'en convaincre par les effets que produit cette oscillation des propriétés du nerf sur la circulation capillaire. On rencontre effectivement chez les agonisants un refroidissement général, résultat évident d'une constriction des vaisseaux qui se produit aux approches de la mort ; puis au moment où le grand sympathique commence à se paralyser, la température s'élève rapidement et peut même dépasser son niveau ordinaire, sans cependant s'éloigner beaucoup de l'état normal ; car la limite supérieure que peut atteindre la température du corps, chez les animaux à sang chaud, ne dépasse pas de beaucoup le taux physiologique. Ce sont là des effets qui résultent de la paralysie des nerfs vasomoteurs, ainsi que nous le verrons plus tard, en étudiant les fonctions spéciales du grand sympathique.

Nous allons maintenant reprendre, messieurs, notre expérience de la séance dernière sur la contraction mus-

culaire provoquée, dans le but de nous convaincre qu'on peut fort bien réduire les animaux à température constante à l'état de ceux dont la température est variable. La section de la moelle épinière produit sans doute ce résultat ; mais il ne s'agit point alors d'une simple paralysie, car une lésion de l'axe médullaire sur un point quelconque ne suffirait pas pour déterminer de pareilles conséquences. Il faut le blesser très haut, au-dessus du renflement brachial, de manière à paralyser tous les nerfs respirateurs, excepté ceux du diaphragme, qui suffisent encore pour prolonger la vie pendant quelque temps et quelquefois vingt-quatre ou trente-six heures. On constate alors un abaissement notable de la température, et l'on voit l'excitabilité des tissus persister longtemps après la mort, comme chez les animaux inférieurs ou à sang froid.

On peut atteindre le même résultat en plongeant l'animal dans un milieu très froid ; il faut alors que la température du sang s'abaisse fort au-dessous de l'état physiologique, mais il ne faut pas dépasser certaines limites, au delà desquelles la vie ne saurait se maintenir. Le sang de la grenouille peut descendre jusqu'à 0 degré, il ne gèle pas encore à cette température ; l'animal continue à vivre et peut même revenir à l'état sain. Mais, chez un mammifère en dehors des conditions d'hibernation, dès que le sang est à 18 degrés, la mort s'ensuit ordinairement ; parvenu à ce degré de froid, l'animal ne peut plus être ramené à une température plus élevée et ne tarde pas à mourir, quels que soient les moyens employés pour le rendre à la vie. Lorsque la température ne s'est abaissée

qu'à 21 ou 22 degrés, on peut encore ranimer le sujet, bien qu'il soit infailliblement destiné à périr s'il est abandonné à lui-même; la nature, à elle seule, ne suffit pas à l'effort nécessaire pour vaincre les effets du froid. Enfin, lorsque la température de l'animal a été ramenée à 32 degrés, on peut abandonner le sujet à lui-même, il se rétablit sans aucun secours étranger.

On pourrait sans doute obtenir le même résultat en divisant successivement tous les nerfs respirateurs sans couper la moelle épinière. Mais cette opération serait trop laborieuse, et chez les animaux que je vous présente, je me suis contenté de diviser l'axe médullaire à sa partie supérieure. Il faut, en général, attendre six heures pour que la température soit suffisamment abaissée. J'ai donc choisi cette fois un cochon d'Inde pour cette opération, parce que ces animanx résistent moins longtemps que des animaux plus robustes. Nous allons d'ailleurs les comparer à un lapin, qui a subi la même opération depuis ce matin.

Nous plongeons un thermomètre dans le rectum du cochon d'Inde, la température est 22 degrés. Chez le lapin, elle est à la même température à peu près.

Nous sacrifions le cochon d'Inde par la section du bulbe; nous lui enlevons une patte, et nous mettons le nerf sciatique à nu, puis nous le plaçons en contact avec la surface intérieure d'un muscle du même animal. La contraction se produit d'une manière visible. Nous répétons la même expérience chez le lapin, en amputant une patte sans tuer l'animal, elle réussit parfaitement aussi.

Voilà donc, messieurs, un phénomène qu'on ne peut

pas observer chez les animaux à sang chaud, lorsqu'ils se trouvent à l'état normal. Nous le produisons à volonté, ou plutôt nous l'exagérons et le rendons sensible en plaçant ces animaux dans un état particulier. Cela prouve que cette propriété existe aussi bien chez les uns que chez les autres, mais seulement qu'elle disparaît plus promptement chez les premiers que chez les seconds.

Mais ce n'est pas tout; dans l'expérience que nous venons de réaliser, on place le nerf en contact avec l'intérieur d'un muscle, et le courant qui passe de la superficie à la profondeur suffit pour l'électriser, mais on peut obtenir le même résultat en appliquant le nerf à la surface d'un muscle en contraction, c'est ce que Matteucci appelle la contraction induite. Le cœur est un muscle qui se contracte sans être excité ; il est donc très commode pour pratiquer cette expérience. Nous allons la répéter sur le lapin que vous avez sous les yeux.

Nous ouvrons la poitrine de l'animal, les battements du cœur sont très visibles. Nous plaçons le sciatique en contact avec la surface cardiaque, et des convulsions alternatives se montrent aussitôt dans le membre correspondant, qui marque ainsi, sous vos yeux, toutes les oscillations du pouls.

DOUZIÈME LEÇON

DE L'INFLUENCE DU SYSTÈME NERVEUX SUR LES PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA VIE.

SOMMAIRE : La sensibilité et le mouvement ne sont pas les seuls phénomènes qui dépendent du système nerveux. — Les réactions chimiques qui s'opèrent dans l'organisme vivant sont également soumises à l'influence nerveuse. Il n'existe aucune différence réelle entre le nerf grand sympathique et le système cérébro-rachidien. — Les nerfs moteurs de la vie organique sont absolument semblables à ceux qui président au mouvement volontaire. — Les différences qui les séparent tiennent à l'organisation différente des fibres musculaires auxquelles ils se distribuent. — Toutes les réactions chimiques qui s'opèrent au dedans de l'économie obéissent aux mêmes lois que celles qui s'opèrent au dehors. — Elles appartiennent en général à l'ordre des fermentations. — Influence du système vasculaire sur les sécrétions. — La production du glycose dans le foie en offre un exemple. — Les fibres contractiles des vaisseaux jouent un rôle important dans toutes les réactions chimiques de la vie. — Les nerfs n'agissent qu'à titre d'excitateurs. — Application de ces vues à la pathologie.

MESSIEURS,

Nous avons étudié l'innervation jusqu'à présent au point de vue de ses deux principales propriétés : la sensibilité et la motricité. Mais le rôle du nerf ne se borne pas exclusivement à remplir ses fonctions sous ces deux seules formes : les actions chimiques qui s'accomplissent au sein de l'économie sont également soumises à leur influence ; c'est ce que nous allons chercher à vous démontrer.

On serait tenté de croire, au premier abord, que les nerfs chargés de présider à de pareils phénomènes sont des nerfs spéciaux, leur action étant si différente de leurs congénères ; examinons d'abord cette partie de la question.

Je crois que les actions chimiques, dont les divers organes contenus au sein des cavités splanchniques peuvent devenir le siège, ne doivent pas être regardées comme le résultat d'une sorte d'électrolyse, opérée sous l'influence directe de l'influx nerveux. Les nerfs ne peuvent agir directement que sur les tissus dans lesquels ils se distribuent et ils ne sont nulle part en rapport de continuité avec les liquides de l'économie, mais probablement toujours avec le tissu musculaire ou avec une des formes très variées qu'il affecte. Il faut donc, de toute nécessité, qu'un mécanisme déterminé permette au système nerveux d'influer sur la composition des liquides de l'organisme, et ce mécanisme n'est jamais que le résultat de certains mouvements. Pour choisir un exemple bien frappant, l'asphyxie qui résulte de la section des nerfs respiratoires n'est point un phénomène produit par l'action directe des nerfs sur les actions chimiques du sang ; mais par la suspension des mouvements respiratoires, qui concourent à l'hématose. Quant aux autres troubles circulatoires qui résultent de la section du pneumogastrique, ils ne sont point dus à une action directe des nerfs sur le mouvement du sang, mais à une action spéciale sur le cœur.

Les rameaux émanés du grand sympathique agissent sans doute sur les sécrétions, sur les excrétions et sur d'autres phénomènes analogues. Mais, en réalité, le système nerveux de la vie organique est essentiellement vaso-

moteur. Et, d'ailleurs, comment reconnaît-on un nerf moteur? Qu'est-ce qui le distingue d'un nerf sensitif? C'est qu'après l'avoir divisé, il agit encore, lorsqu'on excite son bout périphérique, tandis que les nerfs sensitifs n'agissent plus, en pareil cas, que par le bout central. Or, les fibres motrices du grand sympathique se rapprochent, à cet égard, des nerfs moteurs ordinaires : leur activité persiste dans le bout périphérique, lorsqu'ils sont coupés : on voit donc aisément auquel des deux grands systèmes on doit les adjoindre. L'anatomie vient ici corroborer les données de la physiologie ; car si l'on étudie la distribution des rameaux du grand sympathique, on verra qu'ils se rendent également à des éléments contractiles. Il existe en effet dans les vaisseaux des éléments de ce genre ; ce sont les fibres-cellules musculaires non striées. Mais leurs propriétés, un peu différentes de celles des fibres musculaires striées, établissent une différence, au moins en apparence, entre les nerfs moteurs du grand sympathique et ceux des nerfs moteurs du système cérébro-spinal. En effet, ces derniers, agissant sur des fibres dont la contraction succède immédiatement à l'impulsion donnée, produisent des effets presque instantanés ; car la transmission de l'agent nerveux s'opère, comme vous le savez, avec une vitesse de 60 à 80 mètres par seconde. Il n'en est pas de même pour les nerfs de la vie organique ; agissant sur des éléments musculaires paresseux, pour ainsi dire, à recevoir l'impulsion, ils ne produisent leurs effets ordinaires qu'un peu de temps après avoir été excités ; mais, par compensation, leur action continue quelques instants après que toute excitation a cessé. Voyons

maintenant par quel mécanisme cette influence exercée sur les vaisseaux ou sur les organes de la vie végétative parvient à modifier les phénomènes chimiques de la vie.

Les changements de composition qui s'effectuent au sein des liquides circulant dans l'économie, les combustions, les décompositions, les synthèses, sont soumis aux mêmes forces et reconnaissent les mêmes lois que les réactions que le chimiste peut produire au dehors à l'aide des acides, des alcalis, de la chaleur, de la pression et des autres moyens physico-chimiques énergiques dont il dispose. Mais à l'intérieur de nos organes, jamais la nature n'emploie de tels procédés; le résultat de leur action serait, en effet, la désorganisation de tous nos tissus. Elle a donc recours à d'autres agents, qu'elle fabrique pour ainsi dire de toutes pièces; ils appartiennent à la classe si nombreuse des ferments, que les chimistes étudient au point de vue des matières spéciales dont ils sont la cause; mais le physiologiste possède également le droit de s'occuper des actions déterminées par ces produits singuliers ; car c'est toujours au sein d'une organisation vivante qu'ils ont pris naissance. Ce qui intéresse ici le chimiste, ce sont les produits obtenus; mais ce qui intéresse le physiologiste, ce sont les moyens employés par la nature, pour atteindre le but ou pour remplir la fonction.

Choisissons un exemple bien connu de cette chimie vivante. Le sucre se produit dans le foie, par le contact de la diastase hépatique avec l'amidon animal, au sein même des cellules de la glande. C'est à l'aide de ce contact que se produit la saccharification; or, si nous accélé-

rons la circulation, par le relâchement des vaisseaux, qui peut-être aussi amène en même temps un changement dans les rapports des éléments, chaque cellule qui se trouvait auparavant baignée, dans un temps donné, par une quantité déterminée de sang, se trouvera dans le même espace de temps en contact avec une quantité bien plus considérable de ce fluide : le phénomène chimique s'accomplira donc avec une plus grande intensité, d'autant plus que par le fait même de l'afflux du sang la température s'élève. Or, nous possédons, dans le système nerveux, un moyen simple d'exciter ou de ralentir ce travail naturel; car, comme vous le verrez plus tard, il existe des nerfs dilatateurs des vaisseaux, aussi bien que des nerfs constricteurs; mais, dans chacun de ces cas, c'est une forme particulière de l'action musculaire qui est mise en jeu, et un produit chimique qui est obtenu, comme résultat.

La propriété spéciale du tissu glandulaire est de sécréter, comme celle du tissu musculaire est de contracter. Mais l'accumulation d'un produit spécial dans les cellules élémentaires du parenchyme sécréteur est ce que caractérise essentiellement la glande : un véhicule donné vient ensuite dissoudre et entraîner ces produits spéciaux. Toutefois, pour donner naissance aux substances qui caractérisent dans chaque cas spécial la sécrétion de l'organe, il faut que l'action chimique s'accomplisse ; il faut que le corps fermentescible soit mis en contact avec le corps qui sert de ferment. L'amygdaline, par exemple, ne peut point donner d'acide prussique sans être mise en contact avec l'émulsine. Si donc nous considérons la sécrétion comme se produisant par un mécanisme sem-

blable, nous verrons que le mouvement en constitue un élément nécessaire. Or, le mouvement ne peut avoir lieu que par l'intermédiaire des nerfs et de la matière contractile. Le système nerveux n'est, en pareil cas, qu'un simple excitant, comme le voulait Haller; jamais il ne peut rien fournir à un tissu; il ne peut que mettre en lumière ses propriétés; et son action ne peut s'exercer que par l'intermédiaire de l'élément contractile sous une forme quelconque. Il faut donc considérer le fait chimique de la sécrétion comme se rapprochant à beaucoup d'égards de la contraction musculaire; nous devons supposer des substances capables de réagir l'une sur l'autre, mais qui, avant l'intervention du système nerveux, ne se trouvaient point dans les conditions nécessaires pour remplir ce but. Quant à la partie physique du phénomène, elle se rapporte encore à des dilatations et à des constrictions vasculaires qui établissent des modifications dans l'endosmose. L'action d'un nerf sensitif, lorsqu'il influe sur les sécrétions, agit, comme toujours, à la façon d'un phénomène réflexe, et le nerf sécréteur ne serait finalement qu'un nerf moteur.



Il s'agit maintenant de faire l'application de ces idées générales à la pathologie, et nous vous montrerons, dans la prochaine séance, comment certaines lésions de la moelle épinière peuvent produire le diabète, l'albuminurie, le ptyalisme, et une foule d'autres affections analogues.

TREIZIÈME LEÇON

DES ORIGINES DU GRAND SYMPATHIQUE.

SOMMAIRE : La moelle épinière est le centre d'où partent toutes les ramifications périphériques des nerfs. — Opinion des anatomistes et des physiologistes sur la nature, l'origine et les fonctions du grand sympathique. — Origine cervico-céphalique du grand sympathique. — Augmentation de température qui succède à la section du grand sympathique. — Origines des nerfs dans les cellules nerveuses de la moelle épinière.

MESSIEURS,

La moelle épinière n'est pas seulement le point d'origine des nerfs de sentiment et de mouvement de la vie animale ; elle est aussi la source des nerfs qui gouvernent des fonctions plus cachées et président aux actions chimiques qui s'accomplissent à l'intérieur des grands viscères. Nous vous avons rendus témoins des expériences par lesquelles on établit que le mouvement et la sensibilité sont placés sous la dépendance de l'axe médullaire, je vais maintenant vous démontrer l'existence des propriétés nouvelles que je viens de vous annoncer.

Les anatomistes avaient, jusqu'à ces derniers temps, considéré le grand sympathique comme un système nerveux à part ; ils avaient été frappés, non seulement de son origine et de sa distribution spéciale, mais aussi de certaines particularités anatomiques qui paraissaient à leurs yeux suffisantes pour établir une séparation absolue entre les

deux ordres de nerfs. On distinguait en effet le système des nerfs gris, appartenant au grand sympathique, du système des nerfs blancs, issus de l'axe cérébro-spinal, et Remak a signalé des caractères histologiques qui serviraient à distinguer le grand sympathique des autres nerfs, bien que d'autres micrographes ne considèrent ces différences que comme l'expression d'un développement moins avancé en quelque sorte dans les organes nerveux.

Or, il est actuellement démontré que la moelle épinière sert d'origine aussi bien aux nerfs du grand sympathique qu'à ceux du système cérébro-spinal. En un mot, elle est l'origine commune de toute la portion périphérique du système nerveux, soit que les ramifications s'étendent jusque dans les muscles de la vie animale, soit qu'elles se rendent à la peau et aux membranes muqueuses, soit qu'elles pénètrent à l'intérieur des organes splanchniques.

L'expérience qui va nous servir à donner la démonstration de ce fait est très ancienne, mais son interprétation à ce point de vue est toute récente. Pourfour-Du-Petit a démontré le premier, dans le siècle dernier, que la section du grand sympathique du cou était suivie de phénomènes particuliers du côté de l'œil correspondant, dont la pupille était contractée et dont la conjonctive était parfois injectée et vascularisée. Il expliquait ces phénomènes en disant que les *esprits animaux* remontaient, par le grand sympathique, vers les yeux et à la partie supérieure du corps ; mais qu'après la section de ce nerf, la route étant interceptée, ils ne pouvaient plus suivre leur trajet habituel. Il déduisait de cette expérience un résultat très important à rappeler aujourd'hui, c'est que

les esprits animaux ne descendaient point de la tête vers la partie inférieure du corps, comme on l'avait cru jusqu'alors, mais remontaient au contraire de la partie inférieure du corps vers la tête. Dans le langage scientifique de l'époque, cela équivalait à dire que cette partie du grand sympathique ne tire point son origine de l'extrémité céphalique, mais se dirige en remontant vers cette région du corps, en partant d'un point situé au-dessous. Les anatomistes avaient jusque-là considéré le grand sympathique comme composé de deux cordons parallèles à l'axe médullaire et naissant de la troisième paire de nerfs crâniens, qui s'anastomose en effet avec les filaments sympathiques qui concourent à former le plexus carotidien.

L'expérience de Pourfour-Du-Petit a été répétée avec les mêmes résultats par Dupuy, par Magendie et d'autres observateurs. Mais on ne connaissait point encore le point précis d'émergence du grand sympathique, lorsque, dans ces derniers temps, Budge et Waller ont démontré que cette portion du système nerveux involontaire qui se distribue à l'extrémité céphalique naissait de la moelle épinière dans une région qu'ils ont appelée cilio-spinale, parce qu'ils n'avaient observé, comme tous leurs devanciers, que les modifications que subit la pupille après la section du nerf. La région cilio-spinale correspond à la jonction des portions cervicale et dorsale de la moelle épinière.

Voici comment ces expérimentateurs avaient été conduits à formuler cette idée : Des études sur la dégénérescence des nerfs coupés avaient amené Waller à constater que, dans les nerfs mixtes, le bout périphérique s'atrophiait,

le bout central demeurant sain ; mais, après avoir divisé simultanément chez un chien le pneumogastrique et le grand sympathique au cou (car, dans l'espèce canine, ces deux ordres de nerfs sont trop intimement unis pour être divisés séparément), il s'aperçut que la portion du nerf coupé correspondant au pneumograstique se désorganisait par le bout inférieur, tandis que l'autre qui correspondait au grand sympathique se désorganisait par le bout supérieur.

En rapprochant ce fait singulier des résultats de ses expériences précédentes, il en avait déduit la conclusion que le pneumogastrique et le grand sympathique se dirigeaient en sens inverse : le premier de haut en bas, le second de bas en haut. En continuant à faire l'application de la même méthode, il a pu s'assurer que le grand sympathique du cou provenait du premier ganglion thoracique, qui lui-même se rattachait directement par des filets anastomotiques aux racines rachidiennes à la moelle épinière.

Après avoir coupé le grand sympathique cervical chez un lapin, lorsqu'on en galvanise le bout inférieur, rien ne se produit du côté de la tête, mais, en galvanisant, au contraire, le bout supérieur ou périphérique, la pupille, d'abord contractée par le fait même de l'opération, se dilate considérablement. Le grand sympathique de la tête naît donc de la moelle épinière, ce dont on s'assure plus directement encore par la section unilatérale de l'axe médullaire, entre la dernière vertèbre cervicale et la première dorsale : on constate alors une paralysie des fibres rayonnées de la pupille du côté même de la section.

Lorsqu'on cherche à s'assurer si le nerf sympathique émane des racines antérieures ou postérieures, on parvient aisément à se convaincre qu'il naît des premières et non des secondes. En effet, coupez les racines postérieures correspondantes ; aucun effet ne se produira dans la tête : divisez au contraire les racines antérieures, et vous verrez se produire une contraction de la pupille du côté lésé, avec tous les phénomènes qui annoncent la paralysie du grand sympathique. Mais il faut ajouter que les filets sympathiques destinés à la pupille viennent de deux racines. Enfin, si l'on applique le galvanisme aux bouts centraux de ces racines coupées, rien ne se produit ; lorsqu'au contraire on galvanise leur bout périphérique, on voit aussitôt la pupille se dilater. La série des expériences précédentes démontre très clairement que le grand sympathique vient de la moelle épinière.

C'est en 1850, qu'en faisant des expériences nouvelles sur le grand sympathique, j'eus l'occasion de confirmer l'exactitude de ces observations ; mais je remarquai, en outre, que, toutes les fois qu'on galvanisait le grand sympathique, soit à son origine médullaire, soit sur un point quelconque de son trajet, on ne provoquait pas seulement une dilatation de la pupille, comme l'avait déjà vu M. Biffi, mais qu'on produisait aussi une diminution notable de la circulation dans la moitié correspondante de la tête. Je montrai surtout que la section de ce nerf, au contraire, augmentait la température du côté lésé, et déterminait une transpiration abondante chez certains animaux (le cheval, par exemple). Ces faits sont les premiers qui aient appelé l'attention des observateurs sur l'aug-

mentation de température après la section du grand sympathique et la diminution correspondante qui a lieu quand on excite ce nerf par le galvanisme. La différence de température entre les deux côtés peut être très grande et quelquefois atteindre de dix à douze degrés.

M. le professeur Jacubowitch admet qu'il existe dans la moelle épinière trois espèces de cellules : les unes étoilées ou multipolaires : ce sont les plus grosses, elles serviraient d'origine aux nerfs de mouvement; les autres plus petites, n'ayant en général que trois pôles; elles appartiendraient aux nerfs de sentiment. Les dernières enfin, intermédiaires pour le volume, ovoïdes, fusiformes et bipolaires, seraient le point de départ des fibres du grand sympathique. L'anatomie confirmerait ainsi la physiologie en montrant que la moelle épinière serait l'origine de trois influences spéciales : motrice, sensitive et vasculaire.

Les expériences faites par d'autres physiologistes sur des filets différents du grand sympathique ayant pleinement confirmé les résultats que nous vous avons annoncés, nous pouvons désormais les considérer comme définitivement acquis à la science. Il nous reste à en chercher l'application aux phénomènes chimiques sur lesquels le grand sympathique exerce son influence. C'est ce qui fera l'objet de la leçon prochaine.

QUATORZIÈME LEÇON

DES FONCTIONS DU GRAND SYMPATHIQUE.

SOMMAIRE : Expérience sur les fonctions du grand sympathique. — Augmentation simultanée de la chaleur et de la sensibilité, qui résultent de la section de diverses branches de ce nerf. — Afflux du sang dans les parties correspondantes. — La galvanisation du bout périphérique du nerf coupé produit l'effet inverse. — Ces troubles sont évidemment liés au système nerveux par l'intermédiaire des fibres contractiles non volontaires. — La moelle épinière préside donc à tous ces phénomènes. — Application de ces données à certains phénomènes pathologiques. — Le diabète et l'albuminurie peuvent être déterminés par certaines lésions du quatrième ventricule. — Les effets s'expliquent par l'accélération de la circulation abdominale. — Expériences sur les batraciens. — Salivation produite par certaines opérations pratiquées sur le nerf facial. — Hypothèse qui attribue ces divers phénomènes à une paralysie des vaisseaux. — Objections qui s'élèvent contre cette manière de voir.

Messieurs,

Nous avons vu, dans la dernière leçon, que l'action exercée par le grand sympathique sur les vaisseaux se traduisait au dehors par la diminution de leur calibre, lorsqu'il est galvanisé, et par leur dilatation, lorsqu'il est divisé ; et comme, dans le système cérébro-spinal, la section d'un nerf produit la paralysie des muscles correspondants, il était naturel de penser que la section du grand sympathique amenait une dilatation des vaisseaux, par suite de la paralysie de leurs éléments contractiles. Que voyons-nous, en effet, dans cette expérience? Un nerf

qui tire son origine de la moelle épinière et dont toutes les ramifications accompagnant les vaisseaux artériels, peut exercer une influence notable sur la température et d'autres phénomènes des parties auxquelles il se rend; coupez-le, la température s'élève et l'abondance des sécrétions interstitielles augmente; galvanisez-le, au contraire, les effets inverses se produisent. De plus, il s'agit d'un nerf évidemment moteur, puisqu'après la section, c'est le bout périphérique, et non le bout central, qui demeure sensible aux excitations directement portées sur son trajet; donc il était assez naturel de conclure que l'élévation de température et les autres effets observés étaient dus à une influence extraordinaire du sang dans les parties ainsi soustraites à l'influence du grand sympathique, et que cette activité exagérée de la circulation résultait de la paralysie des vaisseaux capillaires, de leur dilatation *passive*, en un mot. Cette manière de voir a été adoptée par beaucoup d'observateurs; pour moi, je crois l'explication au moins incomplète; en effet, j'ai constaté qu'à la suite de cette opération, le sang qui revient par la veine est plus chaud que celui qui passe par l'artère. Il y a donc là quelque chose de plus qu'une simple dilatation passive des vaisseaux; il existe, en pareil cas, une autre action, bien moins connue que la précédente.

Dans mes recherches expérimentales sur les sécrétions, j'ai découvert que la section du grand sympathique met en liberté, pour ainsi dire, une influence antagoniste et toujours agissante, qui tend à produire des effets directement opposés à ceux qui résultent de la galvanisation de ce nerf. Prenons pour exemple les mouvements de la

pupille, qui ont servi de point de départ aux observateurs dans l'étude de cette question intéressante de l'antagonisme des nerfs : si la pupille se contracte après la section du grand sympathique du cou, c'est en vertu, dit-on, d'une action antagoniste à celle de ce nerf, et que l'on attribue aux filets émanés de la troisième paire ; en un mot, il ne s'agirait point ici d'un phénomène entièrement passif, mais d'un phénomène parfaitement actif, qu'on explique par l'existence de fibres circulaires qui président au resserrement de l'iris. Eh bien, on pourrait assimiler les phénomènes qui se produisent au sein des vaisseaux, dans des conditions analogues, à ce qui se passe dans l'iris, bien qu'il s'agisse d'une contraction dans le premier cas, d'une dilatation dans le second. L'hypothèse que nous émettons ici repose d'ailleurs sur des faits positifs : la dilatation active des vaisseaux est l'un des faits les mieux établis en physiologie. J'ai prouvé, en effet, qu'il existait deux ordres de nerfs vaso-moteurs, les uns constricteurs, les autres dilatateurs, et que leurs propriétés pouvaient, dans l'un et l'autre cas, être mises en jeu par une action réflexe. Voici les expériences sur lesquelles cette opinion est fondée. Si vous coupez le filet du grand sympathique qui se rend à la glande sous-maxillaire, les vaisseaux se remplissent abondamment de sang ; mais on parvient au même résultat, sans diviser le grand sympathique, en galvanisant la corde du tympan ; ces deux nerfs pourraient donc être considérés antagonistes. La dilatation vasculaire observée après la section du premier serait un phénomène actif, soumis à l'influence nerveuse du second ; et ce qui semble bien le prouver, c'est qu'après

la section simultanée des deux nerfs antagonistes, les vaisseaux se trouvent dans une dilatation qui peut, à bon droit, être regardée comme passive, mais qui est infiniment moins prononcée que celle qui succède à la section ou à la galvanisation de la corde du tympan. Cette série d'expériences que nous discuterons encore plus loin semblerait donc établir l'existence de deux ordres de nerfs vaso-moteurs, qui seraient réciproquement antagonistes. - Maintenant, ces deux ordres de nerfs différents sont-ils dérivés du grand sympathique? Les données purement anatomiques paraîtraient devoir nous faire admettre qu'il n'en est pas ainsi, que les filets émanés des nerfs de la vie organique sont toujours constricteurs, tandis que les nerfs dilatateurs proviennent des faisceaux moteurs de l'axe cérébro-spinal. En effet, c'est toujours à un nerf moteur du système cérébro-spinal qu'il a fallu, jusqu'à présent, rapporter l'origine du filet qui préside, dans chaque glande, aux phénomènes de sécrétion et de dilatation vasculaire : pour les glandes sous-maxillaire et sublinguale, c'est la corde du tympan; pour la parotide, des filets émanés de la cinquième paire, mais qui paraissent, en dernière analyse, se rattacher au nerf facial. Nous ne chercherons pas à résoudre cette question pour le moment; peut-être trouverons-nous l'occasion de la discuter plus tard. Disons seulement, dès à présent, que tous les observateurs qui ont étudié les fonctions du grand sympathique ont signalé la lenteur avec laquelle il transmet les impressions qui lui sont communiquées; pour ce qui touche aux contractions de la pupille, ce phénomène se produit lentement lorsqu'on galvanise les filets

correspondants du grand sympathique, et les effets produits persistent quelque temps après que l'excitation a cessé. Il en est de même lorsqu'on agit sur les filets nerveux qui président à la contraction des vaisseaux; mais les nerfs moteurs qui régissent la sécrétion des glandes et dilatent leur réseau vasculaire, lorsqu'ils sont excités, produisent également des effets parfois lents à paraître, et lents à se dissiper. Sous ce rapport, ils se rapprocheraient donc des nerfs émanés du grand sympathique. Cela prouverait-il qu'ils ont la même origine? Non, sans doute; car, dans l'un et l'autre cas, c'est sur l'élément contractile involontaire, sur la fibre-cellule non striée que s'exerce l'influence nerveuse; or, la lenteur avec laquelle ces effets se manifestent pourrait bien tenir aux propriétés de la fibre non striée, au lieu de se rattacher à celles du nerf qui les met en mouvement; nous savons, en effet, que les anciens anatomistes admettaient que l'action des nerfs était déterminée par la nature des parenchymes auxquels ils se distribuaient; peut-être avaient-ils raison sous ce rapport.

En résumé, la moelle épinière préside aussi bien aux phénomènes chimiques de la vie organique qu'aux relations extérieures de la vie animale; elle les gouverne par l'intermédiaire du grand sympathique, système nerveux semblable, à presque tous les égards, au système cérébro-spinal, mais inconscient, involontaire, et dont l'action s'exerce surtout sur les vaisseaux. Dans la prochaine séance, nous vous fournirons la preuve expérimentale des opinions que nous avons avancées dans celle-ci.

QUINZIÈME LEÇON

DE LA DILATATION ACTIVE DES VAISSEAUX.

SOMMAIRE : Action du grand sympathique sur les vaisseaux. — Dilatation vasculaire qui résulte de la section de ce nerf. — Contraction des vaisseaux, qui résulte de son excitation galvanique. — La paralysie des fibres contractiles des vaisseaux ne suffit pas pour expliquer leur dilatation. — Ce phénomène est *actif*, et n'est point le résultat d'une distension purement passive. — Les vaisseaux sont placés sous l'empire de deux ordres de nerfs antagonistes. — Expériences à l'appui. — L'excitation de la corde du tympan et du nerf moteur de la glande parotide dilatent les vaisseaux des glandes salivaires. — L'origine des nerfs dilatateurs des vaisseaux est encore mal connue.

MESSIEURS,

Je vous ai promis de vous fournir la preuve expérimentale des propriétés du grand sympathique. C'est pourquoi je vous présente ici un lapin qui a subi la section de ce nerf à la région cervicale d'un seul côté, à gauche; vous voyez que la pupille correspondante est contractée, celle du côté opposé étant dilatée comme à l'ordinaire; on voit à l'œil nu que les vaisseaux développés à chaque face de l'oreille gauche, sont beaucoup plus apparents que ceux du côté opposé. En outre, nous allons constater que la sensibilité est bien plus vive du côté lésé, et que la température y est plus élevée; la circulation est plus active et les mailles du tissu cellulaire sont plus humec-

tées par une lymphe plastique ou une sérosité plus abondante. En pratiquant l'opération du trépan, on s'est assuré que la température cérébrale est plus élevée; on peut constater le même fait en plongeant la boule du thermomètre dans les naseaux de l'animal, comparativement, de l'un et de l'autre côté; enfin, la pie-mère est plus vascularisée dans la partie qui correspond à la section que du côté opposé.

Maintenant nous pinçons alternativement les deux oreilles de l'animal, qui demeure immobile lorsqu'on touche à l'oreille droite, tandis qu'il manifeste une douleur assez vive lorsqu'on agit sur l'autre. Nous constatons, à l'aide d'un thermomètre, les différences de températures que je vous ai, il y a un instant, signalées.

Tous les phénomènes dont vous venez d'être témoins sont dus à la section du grand sympathique du cou. L'oreille gauche de l'animal possède en ce moment une température plus élevée que celle du côté opposé, elle résisterait plus longtemps à la congélation si l'animal était soumis à l'action du froid, et, si l'on ouvrait les vaisseaux, l'écoulement de sang serait plus considérable qu'à l'état normal; mais en galvanisant le grand sympathique du même côté, on abaisse immédiatement la température, qui peut descendre à un degré inférieur à celui de l'état physiologique; on peut même produire une constriction des vaisseaux assez intense pour suspendre entièrement la circulation dans l'oreille, ainsi qu'on peut s'en assurer en examinant au microscope les vaisseaux capillaires de cet organe, pendant qu'on galvanise le nerf correspondant; la sérosité interstitielle disparaît. Il est donc évident que

ce sont des phénomènes de mouvement que nous avons troublés par la section du grand sympathique du cou, et que le resserrement des vaisseaux, l'augmentation ou la diminution des sécrétions, interstitielles ou autres, à la suite de l'opération, sont autant de phénomènes provoqués par une modification de certains mouvements soumis à l'influence nerveuse; et il est pleinement démontré, comme vous le savez, que c'est la moelle épinière qui est la source de tous les phénomènes qui s'accomplissent dans l'économie sous l'influence des nerfs.

Nous possédons maintenant la clef de ces manifestations morbides qui succèdent à certaines lésions chirurgicales de l'axe médullaire. Quand on agit sur une portion déterminée du quatrième ventricule, on constate une accélération de la circulation abdominale avec turgescence des vaisseaux et excrétion de lymphe dans le péritoine ; en même temps, il se produit une augmentation des sécrétions abdominales en général; c'est alors qu'on observe une abondance extraordinaire des urines, accompagnée tantôt d'une albuminurie, tantôt d'un diabète sucré, quand la circulation du foie se trouve accélérée; et l'on peut quelquefois reproduire ainsi chez les animaux toutes les variétés du diabète et de l'albuminurie. Vous savez, en effet, que l'augmentation des urines et la diminution de la proportion de certains principes qui doivent normalement y exister ont été constatées chez la plupart des diabétiques; mais il existe des cas où la quantité de l'excrétion urinaire ne subit aucune modification, dans lesquels l'acide urique existe dans ce liquide comme en pleine santé; j'ai moi-même observé des malades qui ne s'éloignaient

pas, sous ce double rapport, de l'état normal, malgré la présence d'une quantité considérable de sucre dans les urines. Eh bien, nous pouvons à volonté reproduire cette variété singulière de diabète chez les animaux. Du reste, ce n'est pas seulement chez les mammifères qu'on a vérifié l'existence du fait ; nos expériences ont été répétées sur les batraciens, par M. Kühne, et, en piquant la même partie du quatrième ventricule, cet observateur a réussi à provoquer le diabète chez ces animaux ; voilà donc une preuve nouvelle à l'appui de ce grand principe, que nous avons si souvent énoncé devant vous, que les phénomènes observés chez un animal quelconque peuvent se retrouver aux divers degrés de l'échelle zoologique.

Il est facile de constater les variations de température dont je viens de vous entretenir, lorsqu'il s'agit des parties extérieures du corps, parce que leur température est toujours inférieure à celle des organes intérieurs. Voilà pourquoi, pendant l'hiver, on observe entre l'oreille droite et l'oreille gauche des différences de 15° à 20° à la suite de la section du grand sympathique ; il n'en est pas de même en été.

Mais on ne parvient pas aux mêmes résultats par rapport aux viscères qui se trouvent dans les grandes cavités splanchniques ; car, à l'état physiologique, les variations de la température intérieure des corps sont renfermées dans d'étroites limites, et les opérations dont il vient d'être question ne peuvent jamais lui faire dépasser un chiffre déterminé qui en représente la limite supérieure ; aussi les différences ne s'élèvent-elles jamais à plus d'un ou deux degrés. On a constaté, par exemple, que, pendant

la digestion, la température intérieure de l'estomac est plus élevée que pendant l'abstinence; or, après la section du grand sympathique, cette température ne dépasse jamais le *maximum* qui résulte, à l'état normal, de l'accomplissement des fonctions digestives.

Des phénomènes analogues se produisent chez les animaux rendus diabétiques par la lésion du quatrième ventricule; la circulation, la température de la glande rénale et l'activité de ses fonctions reçoivent une impulsion simultanée. Mais à l'intérieur du foie, comment les choses se passent-elles? Car il ne s'agit point ici d'une augmentation pure et simple des phénomènes vasculaires; il y a des phénomènes chimiques concomitants. J'ai montré que le foie produit une matière amylacée qui se transforme ultérieurement en sucre, et que ce produit se trouve détruit dans l'économie. Eh bien, la circulation de la glande étant augmentée par suite de l'opération, il se produit plus de sucre qu'il ne peut s'en consommer; l'excédant passe alors dans la circulation artérielle et se trouve éliminé par les reins, absolument comme s'il avait été directement injecté dans les veines.

Nous voyons donc trois ordres de phénomènes se dérouler après la section d'un seul et même nerf : une vascularisation exagérée, une élévation de température, une augmentation des sécrétions; et ce sont toujours, en pareil cas, des troubles survenus dans les phénomènes de mouvement intime des parties organiques auxquels on doit attribuer ces résultats en apparence si complexes.

Quant aux conséquences variables de la piqûre du

quatrième ventricule, dont l'expérimentateur n'est pas toujours maître et qui donnent lieu, tantôt au diabète, tantôt à l'albuminurie, tantôt aux deux à la fois, ils vous démontrent que les mêmes filets ne président pas aux fonctions vasculaires de plusieurs organes à la fois, mais que chaque viscère doit recevoir ses nerfs spéciaux. Quand l'anatomie nous aura suffisamment éclairés sur ce point, nous pourrons sans doute reproduire à volonté des phénomènes qui sont aujourd'hui livrés un peu au hasard; il faudrait pour cela porter le scalpel, non plus sur le quatrième ventricule, mais sur les filets du grand sympathique qui mettent en rapport avec les organes cette partie des centres nerveux. Dans mes expériences, je suis arrivé par exclusion à prouver que ces filets ne viennent ni du pneumogastrique, ni de la partie cervicale du grand sympathique; car, après la section de ces nerfs, l'animal ne devient pas diabétique; mais, si on lui fait alors subir l'opération de la piqûre du quatrième ventricule, le diabète apparaît, absolument comme lorsque ces nerfs sont restés intacts. Il faut donc, de toute nécessité, que ces filets viennent d'une autre partie du grand sympathique thoracique ou abdominal. Ce sont là des recherches à poursuivre.

Une explication semblable doit nous conduire à l'intelligence des désordres qui surviennent dans la sécrétion salivaire à la suite d'une lésion portée sur les origines du facial. En cherchant à pratiquer la section de ce nerf dans le voisinage immédiat de ces racines, j'ai provoqué un ptyalisme abondant chez les sujets de mes expériences. J'avais d'abord cru devoir l'attribuer à une excita-

tion des nerfs qui président à la sécrétion des glandes salivaires. Je croyais que la cicatrisation de la plaie faite à la substance cérébrale amènerait la cessation complète du phénomène ; qu'il en aurait été de même par rapport aux fonctions hépatiques et rénales.

Mais les résultats de mes recherches sur le grand sympathique m'ont conduit à envisager la question sous un point de vue différent. Lorsqu'en blessant la moelle à la partie supérieure de la région dorsale, ou en divisant le grand sympathique en cet endroit, nous produisons une vascularisation exagérée des parties correspondantes, nous produisons en même temps des sécrétions interstitielles et extérieures exagérées, une sueur abondante chez les animaux qui ont la transpiration facile, le cheval par exemple ; si des résultats analogues ne se produisent point chez le chien et le chat, c'est qu'à l'état normal, ces animaux ne transpirent pas.

S'agirait-il donc, dans toutes ces expériences, non pas d'une excitation du nerf, mais d'une véritable paralysie ? S'il en était ainsi, nous admettrions que le diabète sucré qui résulte d'une lésion du quatrième ventricule, le ptyalisme qui succède aux plaies faites à la substance cérébrale près de l'origine du facial, sont également des phénomènes dus à la paralysie des filets nerveux divisés dans cette opération. Hâtons-nous toutefois de dire qu'il y a beaucoup de raisons pour croire qu'il ne s'agit pas ici d'une paralysie pure et simple ; en effet, le diabète produit par la piqûre du quatrième ventricule devrait persister, dans cette hypothèse, jusqu'à la cicatrisation complète des fibres divisées ; or, ce phénomène dis-

paraît habituellement deux jours après l'opération et parfois beaucoup plus tôt.

Cela me semble venir à l'appui de cette idée qu'il ne s'agirait point d'une dilatation passive, mais une dilatation active des vaisseaux, qui se produit alors par excitation spéciale, ainsi que nous essayerons de vous le démontrer prochainement.

En résumé, dans tous ces phénomènes physiques, chimiques et pathologiques, c'est aux troubles des facultés motrices organiques qu'il faut remonter pour trouver l'origine de ces symptômes anormaux. Il serait impossible aujourd'hui de le contester; mais néanmoins le mécanisme par lequel s'accomplissent ces divers phnomènes est encore enveloppé d'une profonde obscurité.

En terminant, messieurs, permettez-moi de vous faire remarquer que les lésions artificielles que nous produisons chez les animaux, ne causent pas d'aussi grands délabrements qu'on pourrait le croire. Voici un chien sur lequel nous avons pratiqué devant vous, dans l'une des séances précédentes, toutes les expériences relatives à la sensibilité récurrente; il se porte bien, comme vous le voyez, et se trouve presque entièrement guéri des conséquences de l'opération qu'il avait subie. Le lapin chez lequel nous avons coupé le grand sympathique, continue également à jouir d'une parfaite santé, tout en présentant cependant les phénomènes d'un état pathologique purement local.

SEIZIÈME LEÇON

DE L'INFLUENCE DU SYSTÈME NERVEUX SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE DU SANG.

SOMMAIRE : Le système nerveux intervient dans les phénomènes de l'hématose. — Le sang des veines rénales est habituellement d'un rouge vif. — Le sang veineux, fourni par des glandes en pleine activité, est toujours rouge. — Expérience sur la glande sous-maxillaire. — Les résultats de ces expériences sont d'accord avec les données que fournit l'analyse du sang. — Le système musculaire présente des phénomènes tout opposés. — Le sang veineux devient noir pendant le travail musculaire. — Il devient rouge quand les muscles sont en repos. — Par ce motif, le sang veineux, pris dans son ensemble, est habituellement noir, car le système musculaire n'entre jamais dans un état de repos absolu. — Effets de la syncope. — L'existence des deux ordres de nerfs vaso-moteurs explique ces divers phénomènes. — La respiration de l'oxygène s'accomplit, non dans les poumons, mais dans le sang et dans la profondeur même de nos tissus. — La section du grand sympathique s'oppose à ce travail, il fait passer le sang artériel presque pur dans les veines. — Analyse comparative des gaz du sang pendant le travail et le repos des muscles et des glandes.

MESSIEURS,

Après avoir étudié avec vous les principales propriétés des nerfs de la vie organique, je me propose d'attirer aujourd'hui votre attention sur l'influence dont ces nerfs jouissent dans un ordre de phénomènes qui semblent, au premier abord, complètement étrangers à l'influence nerveuse.

Il s'agit de vous prouver que l'une des fonctions les

plus importantes de la vie, à savoir, l'absorption de l'oxygène dans les poumons et sa disparition dans la profondeur de nos tissus, que l'hématose, en un mot, est placée sous la dépendance immédiate du système nerveux.

Dans le cours de mes recherches sur l'excrétion urinaire, j'eus l'occasion de remarquer que le sang de la veine rénale était ordinairement rouge et rutilant, mais qu'à certains moments il reprenait les caractères habituels du sang veineux. Cette observation est très facile à faire chez certains animaux, et en particulier chez le lapin, à cause du peu d'épaisseur que présentent, dans cette espèce, les parois de la veine.

Il s'agissait donc de déterminer dans quelles conditions le sang de la veine était rouge, et dans quelles circonstances il devenait noir. J'ai constaté que ces phénomènes étaient directement liés à l'excrétion urinaire elle-même, et que, plus l'activité de la glande était prononcée, plus le sang veineux se rapprochait des caractères du sang artériel. C'est alors que j'ai été conduit à étudier le sang qui circule dans d'autres organes sécréteurs. J'ai choisi, à cet effet, la sous-maxillaire du chien, glande très facile à observer, à cause de sa position superficielle; et j'ai constaté que le sang était habituellement noir dans la veine, mais qu'à peine la sécrétion avait-elle commencé à se produire il devenait rouge et rutilant, comme dans la veine rénale. En excitant le nerf sécréteur de la glande, soit à l'aide du galvanisme, soit par action réflexe, en déposant du vinaigre sur la langue de l'animal, on obtenait toujours cette modification du

sang veineux ; d'où l'on pouvait conclure que si, dans la veine rénale, le sang est habituellement rouge, cela tient à ce que la sécrétion se fait d'une manière presque continue dans les reins, tandis que la fonction subit de nombreuses interruptions dans la glande sous-maxillaire, dont le sang veineux est en conséquence habituellement noir.

Ces inductions se trouvent confirmées par l'analyse des gaz que renferme le sang. On trouve que la couleur rutilante du sang veineux correspond à une surabondance d'oxygène, tandis qu'à l'état ordinaire on n'y trouve qu'une faible proportion de ce gaz; l'acide carbonique suit une marche inverse. Il est donc évident que, pendant la sécrétion, le sang veineux prend les caractères du sang artériel, et que l'influence du système nerveux peut accélérer ou retarder la consommation d'oxygène qui s'opère à l'intérieur de nos tissus ou dans le sang. L'effet inverse se produit pendant la période d'activité du système musculaire ; le sang veineux devient très noir, très peu oxygéné pendant la contraction; à l'état de repos, il se rapproche davantage du sang artériel.

On voit, par conséquent, que la grande division établie par Bichat entre le sang noir et le sang rouge, avant le passage de ce liquide dans les poumons et après l'accomplissement des fonctions respiratoires, n'est pas d'une exactitude absolue. Si le sang veineux général dans le cœur droit est habituellement noir chez les animaux, cela tient à la prédominance du système musculaire sur tous les autres ; car la contraction musculaire persiste à tous les moments de la vie, même pendant le sommeil, au

moins pour ce qui touche aux mouvements respiratoires : les individus en état de syncope font seuls exception à la règle, et Hunter avait observé qu'une saignée pratiquée dans de pareilles conditions donne écoulement à du sang veineux rouge.

Or, je crois que tous ces phénomènes s'expliquent par l'antagonisme des deux ordres de nerfs vaso-moteurs, les uns constricteurs, les autres dilatateurs, dont je vous ai parlé dans les leçons précédentes. Voyons comment on peut expliquer le fait.

La respiration, disait-on autrefois, s'accomplit par l'introduction d'oxygène dans les poumons. Mais le phénomène est bien plus complexe qu'on ne l'avait pensé. La respiration ne s'accomplit définitivement qu'au sein des tissus eux-mêmes : c'est là que s'opère la consommation d'oxygène ; tant que ce gaz demeure dans le sang, la respiration n'est pas achevée. Or les nerfs exercent une influence incontestable sur la respiration envisagée à ce point de vue : c'est ce que nous allons démontrer.

Si, dans une partie quelconque du corps, on divise le grand sympathique, on met en pleine liberté les nerfs qui lui sont opposés ; on voit alors le sang passer rouge et rutilant dans les veines. Tiré de la veine jugulaire, ce liquide est presque semblable, pour la couleur, à celui qui circule dans l'artère carotide. Or, nous avons vu que l'activité dans les glandes, et dans les muscles le repos, favorisent cet état particulier; et il existe une condition générale qui relie entre eux tous ces phénomènes, malgré leur discordance apparente; nous voulons parler de la

rapidité du passage du sang à travers les vaisseaux. Voilà, sans doute, un indice bien précieux, lorsqu'il s'agit de chercher le siège intime de tous les phénomènes chimiques qui se passent au sein de l'économie; ils n'ont pas lieu, dans leur expression normale, à l'intérieur des gros vaisseaux, mais au contact du sang et des éléments histologiques de nos tissus, au sein des capillaires les plus déliés. C'est là que se produit surtout la chaleur qui résulte de ces phénomènes chimiques. Il existe, en effet, des éléments d'une certaine espèce dans le sang et dans les parenchymes d'autres éléments; le contact de ces diverses parties favorise les réactions qui se produisent. Ainsi, nous avons de l'oxygène dans les globules du sang qui disparaît dans les liquides et les tissus organiques en donnant naissance, soit à de l'acide carbonique, soit à d'autres produits intermédiaires. Mais, pour que les actions chimiques qui amènent ces transformations puissent se produire, il faut que le sang séjourne plus ou moins longtemps dans les tissus; le temps est un élément indispensable de l'opération. Si, par conséquent, vous voulez que le sang artériel conserve ses propriétés jusque dans les veines, faites-le passer plus rapidement dans les capillaires; retardez au contraire la vitesse de la circulation, si vous voulez obtenir du sang très noir et aussi veineux que possible. Tels sont les effets opposés produits par la galvanisation du grand sympathique ou la section pure et simple des filets de nerf.

Le tableau suivant pourra vous montrer les variations que le sang subit dans les muscles et les glandes suivant l'état de repos ou de fonction des organes qui coïncide

toujours avec une modification correspondante dans la rapidité de la circulation.

GAZ DU SANG.

MUSCLE DROIT ANTÉRIEUR.

	Sang artériel.	Sang veineux. Organe au repos.	Sang veineux. Organe en activité.
O	9,31	0,21	3,31
CO^2.	0,00	2,01	3,21

GLANDE SOUS-MAXILLAIRE.

O.	9,80	3,92	6,31
CO^2.	0,98	2,94	2,10

Vous voyez, messieurs, combien, en creusant le sujet, nous sommes parvenus à étendre le rôle qui appartient aux nerfs de la vie organique. Il faut rappeler encore en terminant que c'est de l'axe médullaire que partent toutes ces influences.

DIX-SEPTIÈME LEÇON

DE LA CHALEUR ANIMALE.

SOMMAIRE : La chaleur animale a été habituellement envisagée comme le résultat d'une combustion. — Opinion de Lavoisier sur cette question. — Modifications ultérieures de ces idées. — La chaleur résulte-t-elle d'une simple oxydation des éléments de nos tissus? — Cette explication ne paraît pas suffisante. — Les modifications physiques qui s'opèrent au sein de l'économie produisent et absorbent de la chaleur. — La chaleur du sang dans les veines ne dépend pas toujours des phénomènes d'oxydation dans les tissus qu'il traverse. — Dans les muscles, la disparition d'oxygène correspond à l'élévation de la température; il en est autrement dans les glandes. — Mais l'accélération de la circulation coïncide dans l'un et dans l'autre cas avec l'augmentation de la température. — Le frottement qui en résulte peut-il rendre compte de la production d'une certaine quantité de chaleur? — Les effets de la section du grand sympathique sont-ils d'accord avec cette manière de voir?

MESSIEURS,

Nous avons étudié certaines modifications que peut éprouver la composition chimique du sang sous l'influence du système nerveux; et vous avez pu vous convaincre que la présence de l'oxygène ou de l'acide carbonique en proportions fort variables, au sein de ce liquide, paraissait se rattacher à des conditions physiologiques, dans lesquelles l'influence nerveuse motrice joue un rôle important.

Je me propose aujourd'hui de vous exposer, au sujet

de la température des êtres vivants, certaines idées théoriques qui sont, pour ainsi dire, le corollaire des considérations précédentes. Vous savez, en effet, que la vénosité du sang est le résultat de la disparition de l'oxygène qui s'opère, au sein de nos tissus, pour donner naissance à de l'acide carbonique ; vous savez aussi qu'un certain nombre d'auteurs contemporains acceptent encore les idées de Lavoisier au sujet de la chaleur animale, tout en leur faisant subir les modifications exigées par les progrès actuels de la chimie physiologique ; les phénomènes de calorification qui s'opèrent au sein de l'économie sont, à leurs yeux, le résultat exclusif de cette combustion et se rattachent à la combinaison de l'oxygène avec les matières hydrocarbonées que renferment nos tissus. Cette théorie nous paraît insuffisante ; et nous allons vous signaler les quelques faits qui paraissent, sinon la contredire, du moins la modifier sous beaucoup de rapports.

Il est incontestable qu'il se produit des combinaisons chimiques ou des fermentations de diverse nature dans l'économie, et que toutes les réactions de ce genre sont une source de chaleur. Mais il se produit en même temps, chez les êtres vivants, un grand nombre de phénomènes qui peuvent, sinon détruire en entier la chaleur ainsi obtenue, du moins en absorber une proportion considérable. Nous savons, en effet, qu'il s'opère des changements d'état assez nombreux à l'intérieur de nos organes ; des solides se liquéfient, des liquides se vaporisent, et la quantité de calorique absorbée par ces transformations diverses doit évidemment neutraliser en partie la chaleur

qui résulte de la combustion. Nous pouvons d'ailleurs invoquer, à l'appui de ces idées, l'autorité des hommes les plus compétents en pareille matière. Dans leur remarquable travail sur la respiration et sur la chaleur animale, MM. Regnault et Reiset (1) déclarent positivement, en s'appuyant sur les considérations qui viennent de vous être exposées, que jamais on ne peut calculer exactement la quantité de chaleur produite au sein de l'économie d'après la quantité d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé pendant l'acte de la respiration, même en tenant compte de l'eau qui se produirait par la combustion de l'hydrogène; et que, dans les cas où les résultats du calcul paraissent concorder avec ceux de l'expérimentation directe, il ne s'agit que d'une simple coïncidence. Nous allons maintenant vous indiquer des faits dans lesquels cette coïncidence n'a pas lieu, et qui nous présentent au contraire, des résultats entièrement opposés à la théorie de la combustion envisagée comme source unique de la chaleur animale.

Vous savez maintenant que le sang peut offrir une composition fort variable selon l'état de repos ou d'activité des organes qu'il traverse. Dans les muscles, lorsqu'ils sont excités à se contracter sous l'influence du galvanisme ou autrement, on voit affluer ce liquide dans les vaisseaux et sa température devenir plus élevée : ce phénomène serait bien d'accord avec la doctrine de Lavoisier, puisque alors le sang veineux est devenu noir et contient une quantité considérable d'acide carbonique. Cela serait

(1) Regnault et Reiset, *Annales de physique et de chimie.*

la preuve que la combinaison de l'oxygène avec le carbone de nos tissus s'est opérée. Mais, dans les glandes, le contraire a lieu; quand l'activité des appareils sécréteurs est mise en jeu, on voit aussi la circulation s'accélérer et la température s'élever; mais le sang sort rouge et rutilant des veines : il ressemble au sang artériel, et contient une forte proportion d'oxygène; tandis qu'à l'état de repos, le sang veineux est noir, contient beaucoup d'acide carbonique et peu d'oxygène, cependant alors la température est moins élevée. Voilà donc un dernier fait complètement opposé à la théorie chimique; car l'élévation de la température se trouve, pour ainsi dire, en raison inverse de l'oxygène absorbé; évidemment la combustion n'est pas, en pareil cas, l'unique source de la chaleur produite.

Le seul phénomène que l'on observe invariablement dans l'un et l'autre cas, soit qu'on galvanise un muscle, soit qu'on excite une glande, c'est l'accélération de la circulation, qui coïncide avec une température plus élevée. Nous voici donc en présence de conditions purement mécaniques, qui accompagnent la dilatation des vaisseaux, Nous croyons par conséquent, sans nier absolument l'influence des réactions chimiques sur la production de la chaleur, qu'elles jouent un rôle beaucoup moins exclusif qu'on ne l'a supposé, et qu'on doit attribuer aussi une grande part dans ce phénomène à l'action de causes essentiellement mécaniques et physiques.

Nous sommes amenés à la même conclusion par les résultats de la section des filets du grand sympathique qui se rendent aux diverses parties de l'extrémité céphalique.

Que voyons-nous, en effet, lorsqu'on a coupé les branches de ce nerf qui se rendent au pavillon de l'oreille d'un lapin? Des vaisseaux se dilatent; le sang y afflue, et les parcourt avec une vitesse plus grande; il arrive rouge et rutilant dans les veines, sans avoir eu, pour ainsi dire, le temps de se dépouiller de l'oxygène qu'il renferme; et le résultat de cet ensemble de phénomènes est une augmentation de température. Au contraire, si vous galvanisez les rameaux du grand sympathique qui se rendent à ces parties, les vaisseaux se resserrent, le cours du sang se ralentit; il arrive noir et désoxygéné dans les veines, et en même temps la température s'abaisse. Comment concilier avec la théorie de la combustion ce qui se passe en pareil cas? Il se manifeste plus de chaleur lorsqu'une faible proportion d'oxygène est absorbée, tandis que dans des conditions tout opposées et lorsque l'oxygène disparaît presque en totalité, nous voyons s'abaisser la température. Il s'est produit une diminution de vitesse dans la circulation qui peut cependant devenir une cause de production de chaleur en favorisant l'accomplissement des réactions chimiques; néanmoins, comme vous le voyez, leur influence ne suffit pas pour suppléer au défaut d'une autre cause physique qui paraît plus énergique, dans la formation de la chaleur chez les êtres vivants : la plus grande rapidité du cours du sang.

Le système nerveux est donc en réalité le seul régulateur de cette partie importante des fonctions de la vie : lorsqu'en divisant les rameaux du grand sympathique ou en les galvanisant, la chaleur animale s'accroît ou diminue à la surface du corps, c'est en effet de la dilatation

et de la contraction successive des vaisseaux. Le resserrement est aisé à comprendre; mais nous avons vu qu'il n'en est pas de même pour la dilatation active : on se refuse, en général, en physiologie, à admettre que les organes creux puissent éprouver une ampliation qui ne serait point le résultat d'une distension passive; le resserrement a toujours été considéré comme l'état tonique des tissus. Mais ce qui nous porte à penser que, dans le cas dont il s'agit, ce n'est pas un phénomène purement passif qui se présente à nos regards, c'est que nous pouvons le provoquer par l'action du galvanisme. Nos idées actuelles nous portent ainsi à le considérer comme un phénomène actif. Et s'il n'en était pas ainsi, comment pourrions-nous expliquer les modifications locales de la circulation des glandes et des autres organes? En excitant un nerf, si nous modifions la circulation des parties auxquelles il se distribue, c'est bien par une activité nerveuse et spéciale; car l'action du cœur demeure toujours la même.

En terminant, il me reste à vous indiquer les procédés dont il convient de faire usage, lorsqu'on se propose de répéter les expériences que je vous ai signalées au sujet de la vénosité du sang : on isole par exemple l'artère et la veine principale d'un muscle, et dans nos expériences chez le chien nous donnons habituellement la préférence au muscle droit antérieur de la cuisse, qui peut assez facilement être isolé des autres faisceaux musculaires; on stimule la contraction en galvanisant le nerf, et l'on retire le sang des vaisseaux qui le renferment à l'aide d'une seringue munie d'un bout à pointe fine : il ne suffirait pas

en effet, de pratiquer une phlébotomie ordinaire pour recueillir le sang, car, au contact de l'air, ce liquide subirait une oxygénation partielle. Ces précautions étant observées, on constate, ainsi que nous vous l'avons dit dans la leçon précédente : 1° que, pendant la contraction du muscle, il existe une proportion plus considérable d'acide carbonique et moins d'oxygène qu'à l'état de repos; 2° que, lorsque l'on compare le sang artériel au sang veineux, la quantité d'acide carbonique que renferme ce dernier ne répond pas exactement à la quantité d'oxygène qui a disparu : il est donc assez probable que la transformation ne s'opère pas directement, mais qu'il existe des produits intermédiaires. Des résultats inverses seront obtenus lorsqu'on aura pratiqué l'opération sur des glandes; c'est en effet pendant leur période de repos que se manifeste l'état veineux du sang. Le procédé opératoire s'exécute d'une manière analogue.

Passons à un autre sujet. Il me reste encore, messieurs, à vous donner la preuve expérimentale des faits que nous avions avancés, au sujet du diabète, dans la séance précédente.

Voici un lapin chez lequel nous avons piqué le plancher du quatrième ventricule. Il se trouve en partie paralysé, comme vous le voyez; il est tombé sur le flanc, et presque tous les mouvements sont abolis dans le tronc et les membres. Mais cet accident, qui n'est pas une suite nécessaire de l'opération, tient à ce qu'il est assez difficile de ne pas provoquer une légère hémorrhagie sur le point lésé : on voit alors une paralysie des mouvements volon-

taires se manifester en même temps que la glycosurie.

Nous avons recueilli les urines de l'animal avant et après l'opération. Nous allons les traiter par le tartrate cupro-potassique dans l'un et l'autre cas.

Vous voyez qu'il se produit une réaction manifeste avec les urines recueillies après l'opération, tandis que celles qu'on avait recueillies avant ne donnent lieu à aucun précipité.

Je vous ai encore dit, messieurs, qu'en piquant les animaux pour les rendre diabétiques, on produit une riche vascularisation abdominale : les intestins deviennent rouges, injectés ; une certaine quantité de lymphe s'épanche dans le péritoine en même temps et la sécrétion rénale acquiert une abondance inusitée. C'est ce que vous pouvez voir par l'autopsie de cet animal, que nous pratiquons devant vous.

DIX-HUITIÈME LEÇON

DE L'INFLUENCE DU SYSTÈME NERVEUX SUR L'ABSORPTION.

SOMMAIRE : L'action des nerfs s'exerce toujours par l'intermédiaire d'une substance contractile. — L'absorption, au point de vue physique, est un simple effet de l'endosmose. — Le double courant qui résulte de ce phénomène physique ne se produit pas dans les vaisseaux aussi longtemps que le sang circule. — Il ne se produit alors qu'un courant d'endosmose. — L'absorption est retardée dès que la circulation est ralentie. — Expérience de Magendie. — L'absorption d'un poison peut être empêchée par la ligature des vaisseaux. — On arrive au même résultat par la galvanisation des nerfs. — L'influence des systèmes nerveux sur les phénomènes de l'absorption dépend de son action sur les vaisseaux. — Effets de l'inanition chez les animaux qui ont subi la section de certaines branches du grand sympathique.

MESSIEURS,

Je vous ai parlé, dans les leçons précédentes, de l'influence exercée par les nerfs sur les phénomènes chimiques qui s'accomplissent au sein de l'économie, et sur la composition du sang qui traverse nos organes. Nous avons étudié ces modifications dans les muscles et les glandes, parce que ces tissus sont plus accessibles à notre observation ; mais il est extrêmement probable que des changements analogues s'accomplissent également dans les os, dans les tissus fibreux, et dans toutes les parties de l'organisme vivant.

Il nous reste à vous entretenir maintenant d'un autre genre de phénomènes, dans lequel le système nerveux joue

également un certain rôle et dont on ne saurait méconnaître l'importance: c'est de l'absorption que je veux vous parler. Vous verrez encore par les études qui vont suivre, que c'est toujours par une action mécanique que la force nerveuse intervient dans l'accomplissement des phénomènes de la vie. C'est toujours en agissant sur des éléments contractiles que les nerfs manifestent leur influence.

Considérons, en effet, les vaisseaux qui rampent sur les parois d'une cavité organique dans laquelle s'opère une absorption quelconque : ces vaisseaux sont, au point de vue physique, des tubes remplis de liquide, et l'absorption qui s'opère au travers de leurs tuniques membraneuses est un phénomène d'endosmose. Vous savez, en effet, que l'endosmose est un échange qui s'établit entre deux liquides différents séparés par une cloison poreuse; il se produit, dans ces conditions, un double courant de l'intérieur à l'extérieur (exosmose), et de l'extérieur à l'intérieur (endosmose); seulement il existe entre ces deux courants une différence d'intensité qui constitue l'équivalent osmotique.

Si maintenant on se demande quels sont les phénomènes qui s'accomplissent chez l'être vivant lorsque l'absorption se produit, on arrive bientôt à se convaincre que le double courant n'a pas lieu. Lorsqu'on introduit de l'eau dans l'intestin et qu'il se trouve absorbé par les villosités de l'organe, il ne se produit aucun échange : le liquide pénètre dans les vaisseaux, qui ne laissent rien échapper à leur tour. Cette différence entre les phénomènes observés dans la nature morte et chez l'être vivant

tient exclusivement au mouvement du liquide que renferment les vaisseaux. Ainsi, le courant sanguin entraîne de son côté le liquide stationnaire dans l'intestin sans rien lui restituer, parce qu'il coule toujours sans s'arrêter; mais si vous arrêtez le cours du sang à l'aide d'une ligature, les choses se passent comme à l'intérieur de l'endosmomètre : vous verrez alors l'exosmose se produire aussi bien que l'endosmose; en effet, les deux liquides sont en repos, comme dans l'appareil de physique auquel nous venons de faire allusion, et l'albumine, les sels contenus dans le sang, seront alors extravasés, et pourront être reconnus par l'analyse chimique au sein du liquide qui baigne les vaisseaux.

Mais sans immobiliser absolument le sang dans les vaisseaux, il suffit d'en ralentir le cours pour diminuer d'autant l'intensité des phénomènes osmotiques; il suffit au contraire d'accélérer la circulation pour augmenter l'activité avec laquelle le phénomène se produit. Voilà pourquoi, quand on augmente ou qu'on diminue la rapidité du cours du sang, on exerce une influence parallèle sur l'intensité de l'absorption. Magendie, en effet, a prouvé qu'en comprimant les vaisseaux d'un membre empoisonné, on suspendait les effets de l'agent toxique, jusqu'au moment où, la ligature étant enlevée, les effets ordinaires du poison se révèlent. Lorsqu'à une ligature des vaisseaux on substitue une simple compression qui, sans interrompre d'une manière absolue le cours du sang, peut en ralentir le mouvement, l'empoisonnement est retardé dans sa marche, mais sans être complètement suspendu.

Les résultats obtenus par la présence ou l'absence d'un

obstacle mécanique porté sur les vaisseaux, nous pouvons également les obtenir à l'aide des nerfs. Si, dans le tissu cellulaire de l'oreille d'un lapin, on injecte une dissolution de prussiate jaune de potasse, vous retrouverez cette substance assez promptement dans les urines; mais entre un lapin dans l'état normal et un autre animal de la même espèce qui a subi la section du grand sympathique au cou, il existe une notable différence à l'égard de la rapidité avec laquelle l'absorption s'opère; dans la premier cas, il faut un tiers plus de temps que dans le second. On peut également prouver la même chose en injectant sous la peau de l'oreille de ces deux animaux quelques gouttes d'une dissolution de strychnine; l'empoisonnement marche bien plus vite chez le lapin dont le grand sympathique a été coupé, que chez l'animal dont les fonctions ont conservé toute leur intégrité.

Mais si l'on se demande quels sont les résultats de cette opération, et quelle est l'influence exercée par la section d'un rameau du grand sympathique, la réponse est facile : il s'agit d'une simple accélération de la circulation capillaire, et c'est pourquoi l'absorption se fait avec une rapidité correspondante. Pour obtenir un effet inverse, il suffit de renverser l'expérience; injectez dans l'oreille d'un lapin du prussiate de potasse pendant que vous galvanisez le grand sympathique, et vous verrez l'absorption se produire avec une extrême lenteur.

Nous avons donc ici une action directe du système nerveux sur les absorptions; et ce n'est évidemment pas en agissant sur les particules absorbées, mais en dilatant ou en resserrant les vaisseaux, en accélérant ou en ra-

lentissant la circulation, que le système nerveux manifeste ici son influence.

Un dernier fait dont il serait impossible de méconnaître l'importance se rattache aux propriétés que je viens de vous signaler. Un animal qui a subi la section d'un des rameaux du grand sympathique présente pendant un temps assez long des phénomènes spéciaux dans la partie correspondante du corps. Une circulation accélérée, une température plus élevée, une absorption, une nutrition plus active, tels sont les résultats ordinaires de l'opération, et cet état peut durer plusieurs mois sans amener aucun trouble de la santé générale lorsque l'animal est maintenu dans de bonnes conditions. Mais aussitôt qu'il est soumis à l'influence d'une cause morbide générale, ou simplement à une abstinence prolongée, on voit des phénomènes inflammatoires se manifester dans les organes privés de leur innervation habituelle; si c'est le filet cervical sympathique qui a été coupé, la muqueuse nasale, la muqueuse oculaire, deviennent le siège d'une suppuration abondante; les poumons, la plèvre, les principaux viscères, peuvent également devenir le siège de ces affections, lorsque l'opération a été pratiquée sur les nerfs splanchniques qui leur sont plus particulièrement destinés.

C'est à l'influence du système nerveux sur la rapidité de l'absorption qu'il faut, selon nous, attribuer tous les faits pathologiques de cette espèce. Cette fonction s'exerce en effet de deux manières : il existe une absorption extérieure, qui s'empare des liquides contenus dans les cavités naturelles; mais il existe aussi une absorption

intérieure, qui s'accomplit par l'assimilation et l'échange incessant des matériaux du sang et de ceux des tissus. Ce qui nous porte à croire que l'activité de cet échange physiologique s'est accrue après la section du grand sympathique, c'est que la vitalité des tissus augmente d'une manière évidente après l'opération; l'irritabilité des muscles est plus intense qu'à l'état normal, ainsi qu'on peut s'en assurer par le moyen des appareils de M. du Bois-Reymond, et la sensibilité des nerfs a suivi, elle aussi, la même loi. En effet, si vous dirigez un courant d'air, à l'aide d'un petit tube effilé, sur la conjonctive oculaire, vous produirez le clignotement du côté malade, tandis que rien de semblable n'aura lieu du côté sain.

On le comprend donc aisément, la richesse du sang étant diminuée par une abstinence de quelques jours, l'autophagie, qui n'est que la nutrition au fond, est plus active de ce côté, et les tissus qui ne reçoivent plus les éléments nutritifs dont ils ont besoin pour subsister, se détruisent avec une rapidité proportionnelle à l'intensité de l'élimination. Comme il était aisé de le prévoir, le sang devient plus coagulable, et contient plus de fibrine après la section du grand sympathique, absolument comme dans le cas des phlegmasies spontanées qui rentrent dans le domaine spécial de la médecine clinique.

Ainsi, comme vous le voyez, messieurs, le système nerveux intervient d'une manière directe, et par un mécanisme toujours identique à lui-même, dans tous les phénomènes, soit physiologiques, soit pathologiques, dont l'économie peut devenir le siège.

DIX-NEUVIÈME LEÇON

DES DIVERS DEGRÉS D'EXCITABILITÉ QUE PRÉSENTE LE SYSTÈME NERVEUX.

SOMMAIRE : Considérations sur les altérations que présente les nerfs divisés. — Tous les tissus peuvent passer de l'état de repos à l'état d'activité et de l'état d'activité à l'état de repos, sous l'influence du système nerveux. — Les mêmes tissus présentent un degré bien différent d'excitabilité chez les divers individus d'une même espèce. — La différence est encore plus grande chez les animaux d'espèces différentes. — Chez tous les animaux les éléments organiques conservent toujours les mêmes propriétés physiologiques. — Les variations que présente l'excitabilité des tissus chez des animaux d'espèces différentes peuvent se retrouver chez un seul et même individu, selon les conditions physiologiques dans lesqu elles il est placé. — Application de ces vues à l'action des médicaments et des poisons.

MESSIEURS,

Nous vous avons souvent parlé des modifications qui surviennent dans les nerfs des différents ordres à la suite de leur section complète, et nous vous avons promis de mettre sous vos yeux quelques-unes des lésions qu'on rencontre en pareil cas ; en voici un exemple. Nous venons de sacrifier le chien que nous vous avons montré il y a huit jours, et qui était à cette époque parfaitement rétabli des suites de l'opération qu'il avait subie, à savoir, la section des racines antérieures et postérieures de deux paires nerveuses rachidiennes. Nous allons maintenant procéder à son autopsie. En examinant les tronçons nerveux rattachés à la moelle, nous constatons que la racine

antérieure a conservé, à l'œil nu, son aspect et son volume primitifs, tandis que la racine postérieure est réduite à un volume très peu considérable, et a perdu l'aspect blanchâtre et semi-transparent des nerfs à l'état sain, pour revêtir une couleur grisâtre et devenir complètement opaque. En examinant au microscope ces cordons nerveux, nous avons constaté que le bout central des racines antérieures offre des tubes munis de leur cylinder axis et d'une moelle fluide comme à l'état sain; tandis que celui des racines postérieures a subi la dégénérescence graisseuse et ne présente plus aucune trace d'organisation normale; et cette altération remonte, non seulement jusqu'à la moelle épinière, mais jusqu'à l'intérieur de l'axe médullaire. On pourrait tirer parti de cette dégénérescence des fibres sensitives pour résoudre la question controversée du croisement des fibres de la sensibilité dans la moelle épinière; il faudrait pour cela suivre les fibres nerveuses dégénérées jusqu'à leur extrémité terminale, et l'on verrait alors si elles passent du côté opposé, ou si elles se terminent du même côté.

Les bouts périphériques de ces mêmes nerfs, qui se trouvent fondus, pour ainsi dire, au milieu d'une masse de tissu cellulaire indurée, ne peuvent être examinés : il serait fort difficile, en effet, de les isoler. Mais, par l'étude à laquelle nous nous sommes livré sur les bouts centraux, nous avons confirmé ce qui vous avait été dit au sujet de ce qu'éprouvent les nerfs coupés : à savoir, que l'extrémité centrale des nerfs sensitifs et l'extrémité périphérique des nerfs moteurs sont frappées d'atrophie, tandis que les extrémités opposées ne subissent pas d'altération.

D'une autre part, les résultats de notre examen confirment les observations de divers physiologistes faites sur l'homme : Ludwig Turck, de Vienne, en pratiquant l'autopsie de certains hémiplégiques, a constaté que, toutes les fois qu'un nerf avait subi la dégénérescence graisseuse, cette altération remontait jusqu'à ses origines au sein de l'axe médullaire.

Occupons-nous maintenant des variations que peut offrir l'excitabilité du système nerveux. En agissant sur ce grand appareil, nous pouvons mettre en état de repos ou d'activité tous les organes; mais les effets produits varient d'intensité selon l'excitabilité plus ou moins grande des nerfs chez les divers individus que nous soumettons à l'expérience. Il est fort possible que l'une des principales sources des inégalités que présentent les divers animaux entre eux, ou les divers individus d'une même espèce, ou le même individu dans des conditions différentes, doive précisément être cherchée dans cette disposition spéciale du système nerveux ; car, toutes les fois qu'un tissu existe chez un animal, il jouit de certaines propriétés déterminées et toujours les mêmes dans toute l'étendue de l'échelle animale; s'il en était autrement, il faudrait perdre tout espoir de fonder la physiologie sur des basses scientifiques. Si donc nous trouvons le système nerveux plus excitable chez un homme que chez un autre ou dans telle espèce animale plutôt que dans telle autre espèce inférieure, ce ne sont pas là des différences essentielles et caractéristiques, mais de simples variations d'intensité, semblables à celles qui ont lieu chez un animal dans des états physiologiques différents.

Nous pouvons même, vous le savez déjà, généraliser cette manière de voir en l'appliquant à l'action des médicaments et des poisons. Ces agents, je vous l'ai répété bien souvent, n'exercent leur influence que sur l'élément histologique; mais il existe certains poisons qui, dans certaines conditions données, ne sont funestes qu'à des espèces animales déterminées et ne donnent point la mort aux autres. Ce ne sont là cependant que de simples variations d'intensité; car nous ne pouvons pas admettre qu'une substance telle que l'upas, par exemple, qui agit sur la fibre musculaire, ne frappe pas également tous les animaux qui possèdent cet élément histologique.

Ainsi je vous ai déjà entretenus du venin de ces flèches de l'Amérique méridionale, qui m'ont été remises par M. Boussingault. On les croyait empoisonnées par le curare; mais il n'en est pas ainsi, comme j'ai eu déjà l'occasion de vous le dire, et, après avoir comparé l'action de ces flèches avec celle de tous les poisons analogues connus, j'ai été amené à conclure qu'il s'agissait du venin du crapaud. M. Boussingault et M. Roulin m'ont appris, en effet, que les habitants de ces contrées font usage de crapauds pour envenimer leurs flèches; ils recueillent ces animaux en grand nombre, les enfilent sur des broches, et les font chauffer devant le feu : l'animal jette alors son venin, qui est soigneusement recueilli.

Or, les crapauds étant empoisonnés par ces flèches, j'ai dû m'assurer des effets produits sur cet animal par son propre venin; car divers observateurs, M. Vulpian entre autres, avaient admis qu'il ne succombait pas aux effets de cette inoculation. J'ai pu m'assurer que cet ani-

mal ne jouissait pas à cet égard d'une immunité absolue; seulement il faut une dose beaucoup plus forte de venin pour tuer un crapaud que pour faire périr une grenouille de même taille; cela tient à ce que la fibre musculaire de ce dernier animal, beaucoup plus excitable que celle du crapaud, présente également une résistance bien moins grande à l'action des poisons. Ainsi les auteurs qui admettaient l'immunité du crapaud par rapport à son propre venin ne s'étaient pas trompés dans leurs observations; seulement ils avaient donné une interprétation absolue à des faits relatifs.

On peut expliquer par des raisons également physiologiques toutes les prétendues immunités dont jouissent certains animaux par rapport à divers poisons. On a prétendu que le hérisson n'était pas sensible à l'action de l'acide prussique; mais cela paraît tenir à l'accumulation énorme de graisse qui se fait sous la peau de cet animal à une certaine époque de l'année. Dans ce cas, lorsque le poison n'est déposé que dans le tissu cellulaire, il n'est point absorbé et ne manifeste point sa présence par ses effets ordinaires ; mais, lorsqu'on l'a réellement fait pénétrer dans le torrent circulatoire, l'animal n'échappe plus à l'action toxique. On avait dit aussi que le pourceau n'était pas affecté par la morsure de la vipère; mais il est aisé de comprendre que la même explication peut s'appliquer à cette immunité prétendue.

On avait également prétendu que le mouton était insensible à l'action de l'arsenic, et qu'une dose de plusieurs grammes de cette substance demeurait sans effet sur lui. Dans un rapport fait à ce sujet à l'Académie des sciences

Magendie a démontré que, lorsque l'animal était sain, il ressentait aussi bien que tout autre les effets de cette substance délétère ; mais que les cas d'immunité qu'on avait observés se rapportaient à des animaux qui étaient malades, et dont la panse, remplie d'herbages, ne devenait plus le siège d'une absorption régulière : enveloppé dans une masse aussi considérable d'aliments triturés, ce poison pouvait séjourner très longtemps dans le canal intestinal sans manifester ses effets.

Il est enfin certaines substances qu'on pourrait appeler de faux poisons, parce que leurs effets n'attaquent pas directement les éléments de la vie, et ne sont nuisibles, en quelque sorte, que d'une façon détournée. Tels seraient, par exemple, les champignons vénéneux, qui, sans agir à la manière d'un véritable poison, paraissent, en général, provoquer des accidents de gastro-entérite qui peuvent devenir mortels. Voilà pourquoi ces végétaux nuisibles, tout en produisant la mort chez certaines espèces animales, peuvent fort bien ne pas la déterminer chez d'autres espèces voisines ; cette différence tient surtout à la facilité plus ou moins grande avec laquelle les animaux vomissent, car il en est plusieurs qui sont entièrement dépourvus de cette faculté. On comprend dès lors que le contact prolongé d'une substance irritante avec la muqueuse intestinale puisse amener une inflammation aiguë qui ne se manifeste point quand les matières nuisibles sont promptement rejetées au dehors. Dans d'autres cas, on peut voir, en effet, la mort survenir par l'action de substances qui n'ont rien de toxique par elles-mêmes, mais qui exercent une action désorganisatrice sur les parois du

tube digestif. Injectez, par exemple, un demi-verre d'eau bouillante dans l'estomac d'un chien, vous le verrez mourir rapidement, en offrant des hématémèses abondautes; et nous n'hésitons pas à rattacher aux agents de cette classe les acides, les alcalis concentrés, et les diverses substances qui, sans être absorbées, n'agissent qu'en désorganisant les tissus.

En résumé, messieurs, les propriétés de la matière, morte ou vivante, se rattachent à la composition chimique ou à la structure qu'elle présente; chez les êtres organisés, l'élément histologique se comporte toujours de même en présence d'un agent donné, à tous les degrés de l'échelle : en un mot, les tissus homologues de tous les animaux réagissent de même. Vous voyez donc combien est importante, à ce point de vue encore, l'étude du système nerveux; puisque les nerfs donnent aux divers tissus l'impulsion nécessaire pour mettre en lumière leurs propriétés, dont nous pouvons ensuite tirer des applications, soit à la physiologie, soit à la pathologie.



VINGTIÈME LEÇON

PARALLÈLE ENTRE LE GRAND SYMPATHIQUE ET LE SYSTÈME CÉRÉBRO-SPINAL.

SOMMAIRE : La différence entre les nerfs de la vie organique et ceux de la vie animale est plus apparente que réelle. — Le mot « grand sympathique » doit être rayé du vocabulaire scientifique. — La disposition anatomique du système des nerfs organiques explique l'opinion des anciens anatomistes à cet égard. — Les ganglions ont été considérés comme des centres nerveux distincts. — On sait aujourd'hui que le grand sympathique émane de la moelle épinière. — Il n'existe en réalité que deux grands systèmes nerveux, l'un sensitif, l'autre moteur. — Les nerfs sensitifs du système organique ne transmettent que des impressions dont l'animal n'a point conscience. — Les nerfs moteurs du système organique n'agissent que sur la contractilité vasculaire. — Les nerfs moteurs cérébro-spinaux agissent sur les autres tissus. — Inconvénients du galvanisme dans les expériences sur le système nerveux. — On doit soigneusement isoler les nerfs cérébro-spinaux, des filets sympathiques dans toutes les expériences destinées à éclairer les fonctions. — Les conditions nécessaires au succès de ces expériences ne se rencontrent qu'à la face. — Il est aujourd'hui démontré qu'il existe deux ordres de nerfs, qui sont de même nature, mais qui sont destinés à des rôles différents. — Les uns président à la nutrition des tissus; les autres, à leur activité fonctionnelle.

Messieurs,

Les fonctions du nerf grand sympathique et du système nerveux cérébro-spinal ont été pendant longtemps considérées comme essentiellement différentes : le premier régissant la vie intérieure de nos organes; le second présidant au contraire à la vie extérieure, ou, si l'on veut, à la vie animale. Mais, comme vous avez pu vous en con-

vaincre, cette différence est plutôt apparente que réelle. Il est certaines expressions qu'il faut définitivement rayer du vocabulaire scientifique ; et les mots : nerfs du grand sympathique, nerfs cérébro-spinaux, sont de ce nombre. Les anatomistes ont été les premiers à établir une distinction entre ces deux systèmes : frappés de la différence qu'ils présentent sous le rapport de leur disposition générale, ils les ont regardés comme essentiellement opposés au point de vue de leurs propriétés physiologiques ; et Bichat lui-même considérait le grand sympathique comme un appareil entièrement indépendant des nerfs cérébro-rachidiens : chaque ganglion lui paraissait représenter, à l'égard de ce système, un petit centre nerveux indépendant.

Nous sommes aujourd'hui fort éloignés de ces idées ; et l'on sait, de manière à ne plus en douter, que, si chaque ganglion jouit en effet d'une action spéciale, il ne faut pas cependant attribuer à ces petits renflements nerveux une action indépendante. Il est anatomiquement démontré qne le grand sympathique prend naissance au sein de la moelle épinière, et la physiologie a pleinement confirmé cette donnée en démontrant l'influence exercée sur la portion céphalique du grand sympathique par la section des racines antérieures sur un point déterminé de l'axe médullaire. La science est définitivement entrée dans cette voie ; et l'on parviendra sans doute un jour à démontrer que toutes les ramifications du grand sympathique prennent naissance à la moelle épinière.

Mais ce n'est pas seulement au point de vue des origines

qu'on avait établi des différences anatomiques entre le grand sympathique et le système cérébro-rachidien; on admettait aussi que leur mode d'action sur les éléments histologiques soumis à leur influence n'était pas exactement le même. Je vous ai déjà dit qu'une action instantanée est en effet la conséquence des excitations portées sur le système nerveux volontaire, tandis que le grand sympathique se fait remarquer par la lenteur des effets qu'il produit : plusieurs minutes peuvent s'écouler entre le moment d'une excitation portée sur les branches de ce nerf et la contraction qui lui fait suite. Mais cette lenteur avec laquelle se manifestent les phénomènes est, selon moi, l'apanage, non pas du système nerveux de la vie organique, mais des éléments contractiles spéciaux auxquels il se distribue; à cet égard, ma pensée vous est déjà connue.

Il n'existe donc en réalité que des nerfs de mouvement et des nerfs de sentiment : peu importe que l'individu ait ou non conscience des phénomènes qui s'accomplissent chez lui; peu importe que la volonté intervienne ou non dans les mouvements qui se produisent sur divers points de l'économie; les propriétés nerveuses sont au fond toujours les mêmes. Les nerfs sensitifs, destinés dans le système cérébro-rachidien à transmettre des impressions perçues par le sujet lui-même, sont dépourvus de cette propriété dans le système opposé. Cette différence n'a point une valeur absolue ; car, dans certains états déterminés, on voit les organes splanchniques acquérir une sensibilité qui égale et peut même dépasser celle des parties extérieures du corps; et, dans d'autres cas, l'enve-

loppe cutanée, habituellement sensible aux actions extérieures, se trouve entièrement soustraite à leur influence : la douleur n'existe plus, bien que les actions réflexes soient toujours en permanence, pour témoigner que les nerfs sensitifs ont conservé une partie au moins de leurs fonctions accoutumées.

Pour ce qui touche aux nerfs moteurs, les résultats de l'expérimentation nous apprennent à en distinguer deux espèces : les uns destinés à resserrer, les autres à dilater les vaisseaux. Les premiers seraient les nerfs vaso-moteurs, émanés du grand sympathique ; les seconds seraient les nerfs de tissu, émanés de l'axe céphalo-rachidien, et qui vont se rendre aux divers parenchymes de l'économie : nous appelons les premiers vaso-moteurs, parce qu'ils font contracter les vaisseaux ; mais, pour ce qui touche aux seconds, il est bien plus difficile d'expliquer leur action. Dans tous les cas, il semblerait qu'ils n'agissent que sur le parenchyme même de nos organes, provoquant ici la sécrétion, là des contractions musculaires, plus loin des phénomènes d'une autre nature, et destinés, dans tous les cas, à mettre en évidence les propriétés spéciales de chaque tissu, indépendamment de l'état particulier du sang qui le traverse ; car, lorsqu'ils exercent leur action, celle des nerfs vaso-moteurs paraît suspendue.

Nous avons vu précédemment qu'il existe des nerfs qui dirigent leur action sur les vaisseaux pour les contracter ou les dilater, et qu'il en est d'autres qui réveillent les propriétés latentes des tissus à l'état de repos, la contraction dans les muscles, la sécrétion dans les glandes. Or, ces divers phénomènes coïncident toujours

avec une dilatation des capillaires : il faudrait donc se demander s'il est possible de distinguer les nerfs vaso-moteurs des nerfs d'autres tissus, le grand sympathique étant mis hors de cause ; ce dernier, en effet, provoque la contraction des vaisseaux, tandis que nous voulons ici nous occuper de leur dilatation exclusivement.

Il existe assurément une différence entre ces deux ordres de nerfs, à en juger par la distinction absolue qu'on peut établir entre les deux ordres de phénomènes. Un muscle peut se contracter sans que la circulation soit accélérée ; et réciproquement, la circulation du muscle peut être accélérée sans que la contraction se produise. — Il en est de même par rapport à la sécrétion glandulaire. On peut donc ranger en deux catégories parfaitement distinctes les effets de l'excitation locale d'une branche nerveuse appartenant au système cérébro-spinal.

Mais il existe une circonstance très remarquable à cet égard, et qui m'a souvent embarrassé lorsque j'en cherchais l'explication rationnelle : je veux parler des effets de l'excitation alternative du grand sympathique de la corde du tympan, dont je vous ai si souvent entretenus à propos de la sécrétion salivaire. Nous avons vu qu'en galvanisant le nerf moteur, on accélère la circulation, en activant aussi la sécrétion, mais, en galvanisant le grand sympathique, on ralentit le torrent circulatoire, et, malgré ces effets, la sécrétion s'opère comme auparavant, bien que les propriétés ne soient exactement plus les mêmes : elle est plus visqueuse et moins abondante.

Cette expérience semblerait devoir nous conduire à reconnaître l'existence de deux ordres de nerfs sécréteurs,

Mais il faudrait peut-être se défier de l'excitant particulier employé pour éveiller l'activité de la glande, c'est-à-dire du galvanisme ; car M. Du Bois-Reymond a prouvé qu'en électrisant les nerfs, on produit un état électro-tonique qui est trop faible pour influer en rien sur la contraction musculaire, mais qui peut agir sur les autres nerfs voisins en leur communiquant une partie du fluide électrique dont les premiers sont chargés. Supposons, en effet, qu'on fasse passer un courant à travers un nerf voisin d'un autre nerf divisé, et par conséquent très excitable ; on verra une contraction se produire dans les muscles auxquels se rend ce dernier, bien qu'il n'ait reçu aucune impulsion directe, soit du centre nerveux dont il est séparé, soit de l'appareil galvanique avec lequel il n'est pas en communication ; mais le voisinage d'un nerf fortement excité a développé un état électrique qui a suffi pour lui communiquer une impulsion.

Or nous pouvons fort bien employer, à la place du galvanisme, d'autres excitants, des excitants qui n'ont pas les mêmes inconvénients, parce qu'ils ne développent pas l'état électro-tonique : le sel marin est au nombre des substances dont on peut faire usage dans ce but ; je vais vous en donner immédiatement la preuve.

Nous enlevons l'une des pattes postérieures à une grenouille vivante ; nous mettons à nu le nerf sciatique et nous plongeons l'extrémité coupée dans le sel marin. Les muscles du membre entrent aussitôt en contraction et acquièrent une rigidité tétanique.

Vous voyez donc, messieurs, que le sel marin excite les contractions musculaires, et peut stimuler les nerfs

tout aussi bien que le galvanisme. Or, j'ai fait usage de ce procédé pour exciter la corde du tympan : en traitant par le sel marin ce filet nerveux, nous obtenons sur-le-champ une sécrétion abondante de la glande sous-maxillaire. Nous avons ensuite répété la même expérience sur le filet correspondant du grand sympathique; après l'avoir mis en contact, pendant huit à dix minutes, avec le sel marin, nous n'avons pas obtenu le moindre effet sur les fonctions de la glande, bien que la contraction habituelle des vaisseaux, qui résulte de l'excitation du grand sympathique, se fût déjà produite à un degré assez élevé pour rendre le sang veineux complètement noir.

Les résultats de cette expérience devraient peut-être nous engager à modifier un peu les idées que nous avions adoptées jusqu'ici sur les fonctions des glandes; il semblerait, en effet, qu'il n'existe qu'un seul nerf sécréteur, dérivé de l'axe cérébro-spinal, et que le grand sympathique galvanisé n'agit, en pareil cas, que par un simple effet de la force électro-tonique. Je crois donc que, dans cette expérience, où deux sécrétions se produisent successivement selon qu'on galvanise l'un ou l'autre des filets destinés à la glande; je crois, dis-je, qu'il se produit un phénomène anormal, et que la sécrétion provoquée par l'action du sel marin sur les nerfs se rapproche davantage de l'état physiologique. C'est encore ainsi que, lorsqu'on agit sur le nerf dilatateur des vaisseaux, on peut influer en même temps sur le nerf constricteur, pourvu que le courant employé soit très énergique. Si, par exemple, vous portez un faible courant sur la corde du tympan, vous aurez une accélération de la circulation,

qui précédera même l'apparition de la sécrétion, et qui l'accompagne ensuite d'une manière étroite, c'est-à-dire que, sous l'influence d'un courant qui augmente modérément, l'intensité de la sécrétion et celle de la circulation s'accroissent parallèlement. Mais si le courant, au lieu d'être peu énergique, vient à acquérir une grande intensité, le parallélisme se détruit ; les vaisseaux se contractent, le cours du sang se ralentit, et cependant la sécrétion continue. Le grand sympathique, dans cette expérience, a donc été excité par l'état électro-tonique de la corde du tympan ; renversez les conditions de l'expérience, et galvanisez fortement le filet sympathique qui se rend à l'appareil sécréteur, vous exercerez alors une influence de même nature sur le filet moteur de la glande, et, après avoir d'abord arrêté la circulation et augmenté la vénosité du sang, vous parviendrez, avec un courant plus fort, à stimuler les éléments sécréteurs. Il devient donc indispensable de refaire à ce point de vue toutes les expériences relatives à l'influence du grand sympathique sur la sécrétion. Le galvanisme, qui a presque toujours été employé dans ce but, est un agent qui, à forte dose, peut être considéré comme infidèle, et dont les effets ne peuvent pas être regardés comme l'expression parfaite du fait physiologique.

Il y aurait donc, peut-être, quelques modifications à introduire dans les idées que nous avons émises au sujet des sécrétions, dans la première partie de ce cours. La question se trouve ainsi remise à l'étude.

Il en est absolument de même pour le système musculaire : quand vous galvanisez le nerf qui stimule les con-

tractions d'un muscle, vous agissez en même temps sur l'appareil vaso-moteur ; il en résulte que les vaisseaux se contractent en même temps que les fibres musculaires, et que le sang devient noir. Il faudrait donc isoler les deux ordres de nerfs, pour agir séparément sur les uns et les autres ; mais, pour ce qui touche aux muscles du tronc et des membres, cette distinction n'a pas encore été faite : les nerfs des deux ordres s'y trouvent, en effet, confondus en un seul cordon ; et ce n'est que sur les muscles de la tête, animés par les nerfs crâniens, qui ne présentent pas à leur origine la même fusion des cordons qui les composent, qu'il devient plus facile de réaliser cette expérience intéressante.

Prenons, par exemple, le masséter : la disposition anatomique des nerfs qui l'animent se prête assez bien à cette opération. En coupant les filets sympathiques qui se rendent à ce muscle, on constate un changement de couleur du sang veineux, qui devient rouge et rutilant ; mais en galvanisant le bout périphérique du nerf coupé, on voit reparaître la vénosité du sang, bien que les fibres musculaires soient demeurées parfaitement à l'état de repos.

Ainsi donc, messieurs, la modification chimique du sang, qui se rapporte évidemment à la nutrition des organes, coïncide, mais n'est pas liée d'une manière nécessaire avec l'exercice de leurs fonctions. On sait, en effet, qu'un muscle séparé du corps et privé, par conséquent, de toute circulation, peut encore se contracter énergiquement quand on l'excite ; il est évident que le phénomène, en pareil cas, est complètement indépendant de l'état de la circulation des vaisseaux.

Il faut donc nécessairement analyser les phénomènes, et distinguer deux ordres de nerfs dans les tissus : les uns qui se rendent aux vaisseaux et servent à la nutrition, les autres qui se rendent aux éléments histologiques, dont les fonctions sont soumises à leur influence. Le système de nerf que nous appelons le grand sympathique n'agirait point directement sur le tissu propre de l'organe ; il serait purement et simplement vaso-moteur.

Mais il est évident que les deux ordres de nerfs, l'un et l'autre moteur, sont liés de la manière la plus intime aux fibres sensibles, et que les actions réflexes sont capables de se produire également sur chacun d'eux.

Si nous déposons quelques gouttes de vinaigre sur la langue, la sensation produite sur le nerf lingual donne lieu à une action réflexe qui s'adresse à la corde du tympan et détermine la sécrétion. Mais on peut également démontrer qu'en excitant des nerfs sensitifs en rapport avec les fibres motrices du grand sympathique, on obtient des effets marqués sur l'état des vaisseaux. C'est ce qu'on peut observer sur l'oreille d'un lapin, en excitant l'un des nerfs sensitifs de la partie ; on voit bientôt les vaisseaux s'injecter, après s'être subitement resserrés. C'est là, d'ailleurs, une explication de l'action du froid sur le resserrement des vaisseaux par une action réflexe ; et ce qui semble le prouver, c'est qu'en coupant le grand sympathique d'un côté de la tête et en le respectant de l'autre, on voit que l'oreille du côté lésé résiste au refroidissement, tandis que celle du côté opposé en subit toute l'influence.

Je me résume en disant qu'il me semble assez probable

que, dans l'étude des propriétés si compliquées du système nerveux, nous avons affaire à deux ordres de nerfs : les uns, vaso-moteurs, qui n'agiraient point sur les éléments parenchymateux des tissus; les autres, céphalo-rachidiens, qui agiraient sur les organes mêmes, tandis que les vaisseaux resteraient en dehors de leur influence. A l'action des premiers se rattacherait la nutrition, à celle des seconds la fonction même de l'organe.

VINGT ET UNIÈME LEÇON

RÉSUMÉ DES IDÉES EXPRIMÉES DANS CE COURS.

SOMMAIRE : Le système nerveux est destiné à faire régner l'harmonie entre les diverses parties de l'organisme. — Il n'existe pas deux ordres de nerfs, les uns sensitifs, les autres moteurs. — La seule différence réelle entre ces deux ordres de fibres est donnée par la direction du courant nerveux qui les traverse. — Impossibilité de concevoir isolément l'existence de l'un ou l'autre de ces deux ordres de nerfs. — Importance de l'action des nerfs sur les vaisseaux. — L'histoire des circulations locales repose entièrement sur la découverte des nerfs vaso-moteurs. — Les nerfs agissent sur les vaisseaux par l'intermédiaire d'éléments contractiles, comme partout ailleurs. — Actions du système nerveux sur les autres tissus et sur lui-même. — Application de ces vues générales à la médecine.

MESSIEURS,

Le système nerveux, comme disait Blainville, est le grand harmonisateur de tous les organes : il les relie entre eux ; il établit des rapports réciproques entre toutes les parties de l'organisme vivant et les unit dans une solidarité commune ; il assure ainsi la centralisation organique, qui devient d'autant plus puissante et plus nécessaire, que l'organisme est plus élevé, que la division du travail est plus grande, et que les éléments histologiques jouissent d'une individualité et d'une autonomie plus marquées.

Les considérations que nous avons développées devant vous ont eu principalement pour but de vous montrer

qu'il existe dans toute l'économie deux ordres de nerfs, mais qui, dérivés, pour ainsi dire, les uns des autres, pourraient à la rigueur être ramenés à un seul et même système ; car il n'existe en réalité qu'une seule différence entre les nerfs sensitifs et les nerfs moteurs : celle du point de départ de leur activité, ce qui donne une apparence inverse à la direction suivie par le courant nerveux.

Mais, ce qui prouve qu'on ne saurait considérer les éléments nerveux moteur et sensitif comme indépendants l'un de l'autre, c'est que, sans nerfs moteurs, il serait impossible de concevoir chez un animal quelconque l'existence des nerfs sensitifs : ce sont deux parties d'un système qui se correspondent et se complètent réciproquement.

Les actions chimiques qui s'accomplissent au sein de nos organes sont placées sous l'influence du système nerveux : elles sont la conséquence des phénomènes vasculaires qui s'accomplissent sous l'influence des nerfs sensitifs et moteurs.

Nous avons cherché à vous montrer toute l'importance des actions exercées par les nerfs sur les vaisseaux : elles permettent au physiologiste de comprendre les modifications locales qui peuvent avoir lieu sur certains points particuliers de l'économie, en restant d'ailleurs complètement indépendantes de la grande circulation, et soustraites à l'influence du cœur.

En un mot, la découverte des nerfs vaso-moteurs est une de celles qui exerceront la plus heureuse influence sur les progrès de la physiologie et de la pathologie. Seule, cette découverte donnera la clef de ces circulations locales,

sur lesquelles reposent la plupart des phénomènes pathologiques qui s'accomplissent au sein de l'économie vivante, sous l'influence du système nerveux. Rarement, en effet, une maladie s'empare de tous les organes à la fois : il y a le plus souvent, comme nous l'avons vu, des actions locales qui se généralisent, et des actions générales qui se localisent. Or, avec la simple connaissance de la circulation générale, il serait impossible de tenter avec succès l'explication de ces phénomènes congestifs qui accompagnent la plupart des manifestations morbides locales. On comprend, en effet, que, si l'on se bornait uniquement à tenir compte de l'impulsion du cœur et de la résistance des tissus, on ne pourrait jamais concevoir qu'un ensemble de causes dont l'action s'étendrait toujours à l'économie tout entière.

Il y a donc en réalité deux circulations pour le physiologiste et le médecin : d'abord la circulation générale, telle que Harvey nous l'a fait connaître ; ensuite la circulation capillaire, régie par le système nerveux, qui agit isolément sur chacun des organes, et dont les troubles, par conséquent, peuvent être liés aux états fonctionnels morbides d'un point déterminé de l'organisme, toutes les autres parties du corps se trouvant d'ailleurs dans des conditions parfaitement normales. On peut ainsi comprendre pourquoi de profondes modifications de la circulation locale d'un organe peuvent demeurer sans influence sur la circulation d'un organe voisin. C'est qu'en effet il existe deux ordres bien distincts de capillaires : les uns ne sont que des moyens de communication entre les artères et les veines ; ils assurent la régularité

de la circulation générale; les autres, dont les parois sont beaucoup plus ténues, sont directement en rapport avec les éléments histologiques. Ce sont les premiers qui subissent plus spécialement l'influence du système nerveux, qui règle les rapports entre le sang et les éléments des tissus.

Un autre point sur lequel j'ai voulu attirer votre attention est relatif au mode d'action des nerfs sur les vaisseaux. C'est toujours par l'intermédiaire des éléments contractiles que nous comprenons l'influence du système nerveux; car on ne saurait admettre, par exemple, que l'action des nerfs soit portée directement sur le sang pour en modifier, soit les mouvements, soit la composition chimique. Dans les vaisseaux comme partout ailleurs, c'est toujours sur un élément contractile que se porterait l'action des nerfs : l'anatomie microscopique vient ici en aide à la physiologie pour démontrer dans les parois vasculaires l'existence évidente de ces mêmes éléments. Si dans les glandes et dans d'autres tissus cette démonstration n'est pas donnée, ce n'est pas un motif pour admettre les nerfs trophiques agissant d'une manière chimique directe, et dont on a invoqué l'existence pour expliquer les phénomènes sécréteurs.

Quoi qu'il en soit, par l'intermédiaire du grand sympathique, nous avons la faculté de modifier à volonté la nutrition et le fonctionnement des divers tissus, en accélérant ou en retardant en eux la circulation : les os, les muscles, les glandes, en un mot tous les tissus paraissent être ainsi soumis à l'influence du système nerveux. Mais il existe un tissu d'un ordre différent, sur lequel

l'action des nerfs est encore plus singulière : je veux parler de l'action que le système nerveux exerce sur lui-même. En effet, les nerfs sensitifs agissent sur les centres nerveux pour exciter les nerfs moteurs, etc.

Telle est donc l'intrication des phénomènes de la vie, que des éléments hétérologues et homologues peuvent réagir les uns sur les autres; et, dans le cas qui nous occupe, cette influence réciproque peut aisément s'expliquer : les centres nerveux reçoivent des vaisseaux et du sang qui agit sur eux, et l'influence des nerfs vaso-moteurs se fait ensuite sentir aussi bien sur le cerveau et la moelle épinière que sur toutes les autres parties de l'organisme vivant.

La généralité de l'action des nerfs vaso-moteurs n'est pas difficile à démontrer expérimentalement. Coupez les rameaux émanés du ganglion cervical supérieur, en ayant soin d'en extirper toutes les branches, vous verrez alors non seulement la circulation et la température des parties voisines subir des changements remarquables, mais des phénomènes identiques s'accompliront en même temps au sein de la substance cérébrale elle-même. On a prouvé que, du côté où l'opération avait eu lieu, la température était plus élevée que du côté normal : la circulation participe, elle aussi, avons-nous dit, au trouble amené dans les fonctions vasculaires par la section du grand sympathique ; la rougeur et l'injection de la pie-mère du côté lésé en sont un indice significatif. Dès lors et en même temps les nerfs cérébro-spinaux ont acquis une sensibilité plus grande aux excitations venues de l'extérieur : du côté malade, la rétine perçoit avec une

intensité insolite les impressions lumineuses, et les nerfs de la sensibilité générale ont subi dans leurs fonctions une exaltation correspondante. Voilà donc une hyperesthésie générale de plusieurs nerfs produite par une lésion portée sur un autre nerf; car les branches vaso-motrices émanées du centre nerveux lui-même renvoient à leur point d'origine des ramifications qui accompagnent les vaisseaux destinés à leur propre alimentation. Ne pourrait-on pas tirer quelque parti de ces observations pour éclairer le mécanisme si peu connu des fonctions cérébrales ?

Toutes ces expériences ne sont qu'à leur aurore pour ainsi dire, et les phénomènes qui s'y rattachent sont encore très obscurs quant à leur cause et à leur réelle explication. C'est ainsi que des altérations de nutrition et vaso-motrices se produisent sous l'influence des nerfs sympathique et sensitifs. — En effet, j'ai vu, après la section du filet auriculaire de la 5[e] paire ou du plexus cervical, chez le chien, se produire, au bout d'un certain temps, des phénomènes calorifiques et des ecchymoses capillaires, en quelques circonstances des œdèmes, etc., etc.

L'application de tous ces faits à la pathologie a été inaugurée en partie dans le cours des leçons précédentes, et j'ai cherché à vous montrer le lien nerveux qui rattache aux fonctions de la nutrition le vaste ensemble des phénomènes inflammatoires. On peut formuler sur ces questions des hypothèses fort diverses ; mais il est impossible de contester l'influence du système nerveux vaso-moteur sur les troubles de la nutrition. Je vous ai montré comment la section de branches différentes du grand sympa-

thique est suivie de phénomènes inflammatoires dans les organes correspondants, dès que l'animal commence à s'affaiblir; et les centres nerveux ne sont pas à cet égard soustraits à loi commune; car des encéphalites, des ramollissements, des épanchements séreux, peuvent être le résultat de la destruction du ganglion cervical supérieur, dès qu'on soumet les animaux à une cause d'affaiblissement. à une privation de nourriture prolongée. Après la suppression de l'influence du grand sympathique, il y a une suractivité fonctionnelle; il semblerait qu'alors la dénutrition est plus active, et que les phénomènes de rénovation organique sont insuffisants à la contre-balancer dès que les phénomènes réparateurs viennent à languir. Les phénomènes de nutrition ont en quelque sorte perdu leur régulateur et leur frein.

Nous avons encore à vous rappeler l'influence singulièrement importante du système nerveux sur les organes glandulaires. Tantôt la sécrétion se trouve altérée, supprimée, ou changée, d'intermittente qu'elle était, en continue. L'organe lui-même en ressent naturellement des altérations plus ou moins profondes, et il arrive parfois qu'il subit une sorte de décomposition organique qui peut entraîner tantôt la mort de l'individu, tantôt seulement des accidents passagers.

Nous avons vu la fonte du rein survenir après la section de nerfs à leur entrée dans l'organe. J'ai remarqué toutefois que ces altérations rénales ne surviennent que plus tardivement si l'on divise les nerfs à une certaine distance du hile rénal; et même, en divisant les nerfs au niveau ou au-dessus de la capsule surrénale, ces altéra-

tions paraissaient même manquer. A quoi peuvent tenir ces différences? Dépendraient-elles de ce que, les ganglions qui sont sur le trajet des nerfs rénaux étant ménagés, l'altération est empêchée pendant un certain temps, ainsi que cela a déjà été remarqué anciennement par Magendie à propos des altérations qui surviennent à la suite de la section de la cinquième paire? Ou bien faudrait-il admettre que les modifications de nutrition et les altérations de structure dans les tissus ne surviennent que progressivement, à mesure que se propagent du centre à la périphérie les altérations de leurs nerfs, et d'autant plus tardivement, que le bout de nerf coupé serait plus long? Je n'ai pas pu constater toutefois qu'il en fût ainsi pour la cinquième paire; mais je me hâte de dire que ce sont des expériences à reprendre.

Quoi qu'il en soit, nous savons que, quand les altérations du rein se manifestent dans la totalité de l'organe, il en résulte une infection générale et la mort de l'individu. Mais si la fonte du rein n'était provoquée que partiellement par la section de quelques-uns des filets nerveux qui s'y rendent, la mort surviendrait-elle? Il est permis d'en douter, et l'on peut croire dans ces cas qu'il y aurait seulement des accidents qui n'entraîneraient pas la mort et qui cesseraient quand l'organe se réparerait. C'est en effet ce qui arrive quand on opère la section des nerfs sécréteurs de la glande sous-maxillaire. L'opération amène une altération organique qui vicie la sécrétion et lui fait perdre son type antérieur. Mais peu après les fonctions reprennent leur cours naturel après avoir présenté en quelque sorte une période d'incubation et de dévelop-

pement, une période de paroxysme ou de trouble plus marqué, et une période de retour à l'état normal. Cette forme évolutive des phénomènes qu'on reproduit expérimentalement est l'image la plus exacte qu'on puisse se faire d'une maladie, qui est bien en effet liée à la destruction progressive d'un élément, aux troubles constants qui en résultent, puis à un retour à l'état normal par la régénération de l'élément qui amène le rétablissement de la fonction. Seulement il faut que l'organisme résiste à ces troubles fonctionnels pour que la guérison ait lieu. Mais ce que nous voulons bien faire comprendre ici, c'est qu'il y a toujours la même force organique qui préside à tous ces phénomènes morbides, qui ne sont au fond que des phénomènes physiologiques.

Dans leur essence intime, toutes les actions du système nerveux ne peuvent encore être expliquées; mais, comme nous vous l'avons souvent fait observer, ce n'est pas dans cet ordre d'idées qu'il faut tout d'abord diriger les recherches scientifiques: nous avons avant tout à constater des faits, à les grouper, à les enchaîner autant que possible, et ce n'est qu'ensuite qu'il nous sera permis d'en expliquer le mécanisme; et si, à ce point de vue, le système nerveux présente encore dans l'ensemble de ses propriétés des mystères impénétrables, il en est de même de tous les autres tissus de l'économie.

Il nous reste maintenant, en terminant ce cours, à vous indiquer la portée de ces faits, et leur rapport avec le grand ensemble des doctrines médicales contemporaines. L'histoire de la médecine se partage en deux grandes périodes : l'une, empirique, qui cherche l'état

des choses; l'autre, scientifique, qui poursuit la raison des choses ou l'explication des phénomènes. Il en a été de même pour toutes les autres branches des connaissances humaines : elles s'appuient d'abord sur l'observation pure et simple pour s'élever ensuite à la cause des phénomènes par degrés successifs. Les progrès ont été plus lents en médecine que dans les autres sciences, mais ils ne sauraient s'accomplir suivant d'autres lois. Nous ne pouvons donc pas avoir la prétention de vous montrer aujourd'hui la médecine constituée, la médecine telle qu'elle doit être; nous avons cherché à vous indiquer seulement quelle est la tendance à suivre, quelle est, à notre avis, la direction qu'il faut imprimer aux travaux scientifiques. La base de la médecine doit être la physiologie; et, malgré les dénégations qui nous sont opposées par des hommes voués depuis longtemps à l'observation clinique, et qui ont appris à se défier de tous les autres moyens d'investigation en médecine, il est incontestable que les barrières élevées entre les deux sciences, la physiologie et la pathologie, tendent de plus en plus à s'abaisser. Il n'y a point en réalité de distinction absolue à faire entre les phénomènes de l'état morbide et ceux de l'état sain; et si les chimistes les plus éminents reconnaissaient aujourd'hui que la chimie des corps inorganiques et celle des corps organisés ne font qu'une seule et même science régie par les mêmes lois, il faut de même que le médecin s'habitue à considérer la physiologie et la pathologie comme les deux branches d'un seul et même tronc; il faut qu'il s'habitue à rechercher, dans l'étude des phénomènes qui succèdent à la mutilation de certains organes,

l'explication physiologique des troubles qui surviennent dans leurs fonctions, quand la maladie s'en empare : tel est, suivant nous, le but de la pathologie expérimentale. Mais l'importance dominante du système nerveux dans l'économie nous apprend assez que c'est surtout par l'étude de ses propriétés qu'on peut réussir dans cette entreprise difficile. C'est pourquoi nous en avons fait plus spécialement l'objet de ce cours, espérant ainsi attirer l'attention des médecins et des physiologistes sur ces études qui sont destinées à servir de base à la médecine scientifique.

FIN.

LEÇONS

LEÇONS

DE

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE

EXTRAITES DE COURS PROFESSÉS

AU COLLÈGE DE FRANCE

1858 — 1869

LEÇON D'OUVERTURE.

PHYSIOLOGIE ET PATHOLOGIE (1)

MESSIEURS,

On ne peut pas séparer la physiologie de la pathologie, bien que, dans l'enseignement des écoles, ces deux sciences soient traitées à part. Rien ne saurait être créé en pathologie sans que la physiologie vienne en quelque sorte y présider. On serait complètement dans l'erreur si l'on admettait des entités, des principes morbides en dehors de la physiologie. Le diabète, par exemple, était considéré autrefois comme une manifestation extra-physiologique créée de toutes pièces : on supposait qu'il fallait un bouleversement total de l'économie pour que du sucre vînt à s'y produire. Maintenant que l'on connaît la fonction glycogénique du foie, ce n'est plus que l'exagération ou le dérangement d'une fonction normale. Dans certaines affections, on ne peut encore découvrir la voie qui conduit de la santé à la maladie, mais on ne saurait pour cela douter de l'existence d'une relation nécessaire, mais que notre ignorance nous cache. Beaucoup de nos maladies sont de vrais empoisonnements; elles donnent lieu à des symptômes qui sont en rapport avec la nature d'un agent

(1) Leçon d'ouverture, 8 décembre 1858. Voy. *Union médicale*, 1859, nouv. série, t. I, p. 59.

toxique qui a pénétré en nous, et qui s'expliquent par les fonctions qui en sont troublées.

Il a existé longtemps et il existe même encore quelques dissidences entre le physiologiste et le médecin. Ce dernier a souvent accusé le premier de n'avoir pas les dispositions d'esprit nécessaires pour être bon praticien. On a reproché à d'illustres physiologistes d'en être arrivés à ne plus donner aucun médicament aux malades et à rester spectateurs du progrès des maladies.

Il faut convenir qu'il peut y avoir quelque vérité dans ces assertions. En effet, le physiologiste cherche la liaison qui existe entre les états morbides et les états normaux, et, ne songeant qu'à saisir ce rapport, il s'abstient d'administrer des médicaments dont la science ne peut encore lui démontrer la raison. Il veut avoir l'explication des symptômes maladifs, parce que c'est là seulement qu'il trouvera des indications thérapeutiques rationnelles. On conçoit donc jusqu'à un certain point comment le médecin physiologiste, en se pénétrant de ces principes, arrive à réduire considérablement la liste des médicaments qu'il administre.

La thérapeutique ne se fondera que par l'étude expérimentale des agents toxiques et médicamenteux. Lorsqu'on saura qu'une substance agit sur tel ou tel élément, on pourra en induire l'action thérapeutique ; mais, si l'on ignore le mécanisme des modifications qu'elle opère en nous, on ne pourra asseoir aucune indication rationnelle pour le traitement. On ne peut alors traiter le malade que par l'empirisme, et c'est ce que veut éviter le physiologiste.

En résumé, le physiologiste qui ne veut administrer un agent thérapeutique qu'autant qu'il en comprend l'action arrive, par un enchaînement logique, à s'abstenir de donner des médicaments, comme le font la plupart des praticiens.

Mais comment, d'ailleurs, le praticien pourrait-il, dans les études, faire scientifiquement la part du médecin et la part de la maladie? La chose est assurément très difficile. Il faudrait avoir deux individus atteints du même genre d'affection, traiter l'un et abandonner l'autre à lui-même. Mais, outre que la morale s'opposerait à ce qu'on pût expérimenter ainsi et rester spectateur impassible des souffrances de ses semblables, cette comparaison, même entre deux individus, ne serait pas suffisante ; car chacun souffre suivant sa constitution, et deux malades ne sont jamais tout à fait identiques. Il faut donc, pour le moment, accepter encore l'empirisme, qui d'ailleurs lui-même profite à la science.

Il serait donc fâcheux de repousser la tradition, l'expérience des temps, qui toujours précède les explications scientifiques. Le médecin sage doit se servir des moyens dont l'empirisme lui a appris l'utilité, en attendant que la science vienne l'éclairer sur ce point. Mais c'est à la condition qu'il ne négligera rien pour sortir de cet empirisme, et ce n'est que par la physiologie qu'il peut s'en débarrasser.

Aujourd'hui la médecine n'est pas encore arrivée à l'état de science constituée. Elle est en recherche et elle tâtonne ; mais elle finira par découvrir les véritables lois physiologiques et pathologiques, et c'est pour atteindre ce but que

nous faisons tous nos efforts pour asseoir la pathologie sur la physiologie.

Quelle est la meilleure méthode à suivre pour faire des progrès dans cette voie? C'est assurément de chercher à produire artificiellement des maladies sur les animaux. On peut assister ainsi à leur début, à leur évolution, et les étudier complètement; tandis qu'en pathologie, telle qu'elle nous est offerte sur l'homme, on n'est appelé à observer, le plus souvent, que des maladies déjà développées.

Sous ce rapport, il y a des états morbides qu'il faut distinguer les uns des autres. Un certain nombre peuvent tenir à des causes générales, et peut-être, à raison de cette circonstance, on pourrait leur conserver le nom de *maladies*. A côté de celles-là, on en observe d'autres qui, restant localisées, pourraient être appelées des *affections*. On connaît les études récentes que nous avons faites sur les circulations capillaires locales; on peut les apppliquer aux phlegmasies. C'est ainsi qu'en coupant au cou certains filets du grand sympathique qui descendent dans la poitrine, on détermine immanquablement chez un animal une pleurésie, une pneumonie ou une péricardite. Comme on agit loin des organes qui sont pris de ces phlegmasies, on ne peut rapporter ces faits au traumatisme.

Dans ce semestre, nous nous proposons de nous livrer à des recherches sur l'*inflammation*, sur son *mécanisme physiologique* et sur son *rôle dans la pathologie;* nous reprendrons les travaux qui ont été publiés dans cette voie à l'étranger, particulièrement en Allemagne.

Mais auparavant, et à titre de digression, nous revien-

drons sur un sujet pour lequel des explications nouvelles nous ont été demandées, sur la *question de la glycosurie.* Il y a six à sept ans, dans cette même enceinte, nous avons exposé la fonction glycogénique avec beaucoup de détails (1). Depuis, un grand nombre de travaux ont eu lieu; bien des personnes ont perdu le fil des démonstrations, et ont de la peine, au milieu du conflit de toutes les opinions, à juger sainement des choses. Nous dirons à ce propos quelques mots sur la tendance actuelle des esprits en médecine. Autrefois on s'en rapportait beaucoup trop à la parole du maître, on faisait abnégation de soi-même, et l'on soutenait systématiquement et en dehors des faits l'opinion ou l'homme dont on s'était fait le champion. Riolan, un de nos prédécesseurs dans cette chaire, disait qu'il aimait mieux errer avec Galien que d'être *circulateur* avec Harvey. Aujourd'hui on tombe dans l'excès contraire, en ce sens que l'on substitue trop facilement ses recherches à celles des autres, et que, sans avoir appris à faire des expériences, on se croit capable d'en faire qui valent mieux que celles des hommes qui ont une longue habitude de l'expérimentation. Les mauvaises expériences tendent à se multiplier, et les phénomènes physiologiques sont si complexes, qu'il est toujours facile de trouver des apparences de contradiction avec ses devanciers. Il faudrait donc faire une analyse et une critique exactes des expériences. C'est pourquoi, tant que les principes de la méthode expérimentale ne seront pas fixés et bien compris, la physiologie s'encombrera et ne fera que des progrès très lents.

(1) Cl. Bernard, *Leçons de physiologie expérimentale.* Paris, 1855, t. I.

Citons un exemple parmi beaucoup d'autres. Quand on introduit dans l'estomac d'un animal du prussiate de potasse, on le retrouve dans l'urine quelque temps après. Il a donc été absorbé; mais par quelle voie a-t-il passé? On a trouvé dans des expériences que c'était par les vaisseaux sanguins et non par les vaisseaux lymphatiques. Mais des contradicteurs disent avoir trouvé cette substance dans les vaisseaux lymphatiques. Voici ce qui arrive. Lorsqu'on met à découvert le canal thoracique en ouvrant la poitrine de l'animal et qu'on recueille tout ce qui s'en écoule, on ne trouve pas de prussiate de potasse dans la première partie du liquide; mais bientôt il y en a beaucoup. C'est que le premier écoulement de liquide a lieu dans des conditions normales et qu'il n'en est plus de même ensuite : l'écoulement devient exagéré et les conditions naturelles de la circulation sont changées à cause de l'ouverture de la poitrine. La contradiction entre les expérimentateurs n'est donc qu'apparente; il faut savoir donner aux faits leur véritable interprétation. La glycogénie est hérissée de difficultés semblables. Le temps viendra les éclaircir pour tout le monde, parce qu'il est un principe absolu, c'est que jamais les expériences interprétées dans des conditions bien connues ne se contredisent.

On peut donc expliquer cette versatilité des esprits dans la médecine et dans la physiologie. Elle tient moins aux personnes qu'aux choses elles-mêmes. On ne la remarque pas au même degré dans les travaux qui sont relatifs à la chimie et à la physique. Pourquoi? C'est parce que ces sciences sont plus simples, que leurs bases sont plus solides et que l'expérimentation y est plus facile et mieux

réglée. En physiologie, au contraire, les expérimentateurs vont trop vite et cherchent à se surprendre réciproquement en défaut. On veut trouver du nouveau sans étudier suffisamment tout ce qui a été déjà fait. Cette anomalie ne cessera que lorsque la science sera plus avancée.

Ce qu'on remarque aujourd'hui en physiologie et en médecine existait d'ailleurs pour les sciences chimiques avant l'apparition de Lavoisier. Ces sciences n'étaient pas encore faites. Les ouvrages de ce temps nous montrent les tergiversations des hommes les plus distingués : Priestley, entre autres, se plaint amèrement de ce qu'on refait mal ses expériences ou qu'on leur donne de fausses interprétations.

En traitant de la formation du sucre dans l'économie, nous serons bref, afin de ne pas répéter les choses bien connues et non contestées. Nous nous attacherons seulement à rétablir et à rectifier ce qui a été obscurci ; nous aurons l'avantage de nous trouver toujours sur le même terrain, car l'organisation des animaux ne change pas comme l'opinion des hommes, et nous n'avancerons rien que nous ne le prouvions expérimentalement. Depuis nos anciennes leçons, des faits nouveaux ont été mis au jour. Nous n'avions pas encore découvert alors qu'une matière première glycogène préexistait dans le foie et présidait à la formation du sucre. C'est pourquoi nos idées ont dû se modifier quand nous avons eu trouvé ce grand fait ; mais au fond aucune expérience n'a changé pour cela, c'est seulement l'interprétation qu'il faut étendre et modifier.

LE DIABÈTE (1)

Messieurs,

On a souvent prétendu que les physiologistes étaient de fort mauvais médecins ; et cette opinion, paradoxale dans la forme, peut quelquefois répondre au fond à une idée qu'il est bon d'examiner. Si, en l'émettant, on prétend faire de l'état morbide une individualité différente de l'état normal, on est, suivant nous, dans l'erreur ; l'état morbide n'est qu'une perturbation de l'état physiologique, sans quoi le retour spontané à la santé n'aurait jamais lieu. Mais ce qu'on demande au médecin, c'est de guérir ; et si la physiologie peut éclairer le mécanisme des maladies, elle n'apprend encore souvent rien relativement au traitement qu'il convient de leur opposer. En effet, la prétention qui consisterait à faire servir aujourd'hui la physiologie de base exclusive à la thérapeutique conduirait nécessairement, ou bien à instituer dans une foule de cas des médications rationnelles, basées sur des notions erronées ou incomplètes que désavouerait la saine physiologie elle-même, ou bien à l'abstention, qui peut, dans la pratique, être souvent regrettable.

(1) Leçon recueillie par M. le docteur Aug. Tripier, et publiée dans la *Clinique européenne*, 12 mars 1859.

Ne nous dissimulons donc pas l'état des choses : la médecine n'est pas encore une science. Dans l'application, ce qu'on a de mieux à faire, c'est de suivre le conseil de Descartes, recommandant à l'homme qui désire bâtir un château dans un domaine où se trouve une masure, de conserver la masure tant que sa démolition pourrait exposer à coucher à la belle étoile. Or il est certain que l'empirisme a donné d'utiles enseignements : le sulfate de quinine est évidemment un médicament utile, quoiqu'on ne sache rien sur son action physiologique, et l'on aurait tort, pour cette raison, d'en repousser l'emploi.

Quant à la physiologie, outre l'intérêt qu'elle offre comme science, elle devrait avoir pour effet de prémunir contre l'usage d'une multitude de médicaments inertes, et surtout de médications absurdes et mal étudiées. Nous en sommes où en étaient les alchimistes : nous cherchons parfois des absurdités, mais des faits précieux pourront en sortir. Ce n'est que lorsque les faits pourront se grouper sous des lois qui les expliquent que la pathologie devra s'en emparer, et ce n'est qu'alors que la thérapeutique scientifique pourra être créée.

Nous n'avons donc pas pour but immédiat la recherche des applications à la thérapeutique ; nous devons préalablement connaître, à l'aide de la physiologie, le mécanisme des maladies. C'est ce plan général que nous suivrons dans l'étude du diabète, ne nous occupant aujourd'hui que de ce qui est relatif à son mécanisme physiologique.

Mais, avant d'aborder cette question, il est nécessaire de rappeler certains phénomènes nutritifs que j'ai fait

connaître : je veux parler de la production d'une matière amyloïde dans le foie, et de ses métamorphoses dans l'organisme.

J'ai montré qu'une matière glycogène existe dans les cellules du foie, et que là même il n'y a pas encore de sucre. Mais, en dehors de ces cellules, la matière glycogène rencontre dans le tissu hépatique et dans le sang un ferment qui paraît en changer une partie seulement en sucre. Elle se trouverait alors en quelque sorte divisée en deux portions : l'une, formant le sucre, qui est un pas fait vers la désorganisation ; l'autre, au contraire, destinée peut-être à subir un degré d'organisation plus avancé, s'engageant dans une combinaison organique pour devenir partie constituante de certains tissus. Chez le fœtus, on rencontre une grande quantité de matière glycogène dans les muscles, dans les poumons, dans la peau et dans ses dépendances. A une période plus avancée de l'organisation de ces tissus, on ne peut plus la séparer ; elle semble s'être incorporée au tissu même dont elle forme une partie constituante.

Pourquoi le poumon, les muscles, la peau, nous offrent-ils chez le fœtus la matière glycogène sous sa forme amyloïde? — Je l'ignore; mais le fait est bien constant. Les systèmes nerveux, glandulaire, osseux, etc., forment à ce point de vue une autre catégorie. Tels sont les faits que nous montre l'observation des phénomènes de développement des tissus.

Chez le fœtus, dans une première période de la vie embryonnaire, les nerfs sont sans action sur les phénomènes chimiques de l'organisme; en cela les fœtus res-

semblent aux végétaux. Il n'en est plus de même de l'adulte : chez celui-ci, le système nerveux règle au contraire, par son influence, tous les phénomèmes qui s'accomplissent entre les organes et le sang, qui forme autour d'eux un véritable milieu interne, liquide.

Chez l'adulte, le foie est l'organe dans lequel s'est concentrée la matière glycogène, sur la production et la destruction de laquelle le système nerveux exerce évidemment une grande influence. Or, c'est précisément dans cette action du système nerveux que nous devons chercher l'explication du mécanisme du diabète.

Le diabète est une maladie caractérisée en général, comme on sait, par de l'*amaigrissement*, une *grande débilité musculaire*, de la *glycosurie;* elle se complique assez souvent, vers la fin, de *phthisie pulmonaire*.

Toutefois il y a de grandes variétés dans le diabète, si l'on comprend sous ce nom tous les cas dans lesquels on rencontre du sucre dans l'urine. Dans les mémoires fort intéressants sur le diabète, de Rollo, de Nicolas et Gueudeville (1803), nous voyons que le diabète ne se rapporte qu'à des cas excessivement graves, puisque tous se sont terminés par la mort. A cette époque, l'attention était moins portée sur l'affection qui nous occupe ; on avait d'ailleurs des réactifs moins sensibles pour déceler la présence du sucre, qui n'était reconnue que quand l'urine en était très chargée; il n'est donc pas étonnant que l'observation n'ait reconnu et publié que les cas arrivés aux formes d'une extrême gravité.

Aujourd'hui on diagnostique l'état diabétique dès qu'on trouve dans l'urine des traces de sucre. Le pronostic de

cette maladie a dû singulièrement changer, à mesure que des moyens de diagnostic plus parfaits ont permis de tenir compte d'un plus grand nombre de cas, et de joindre aux plus graves ceux qui ne le sont pas ou le sont moins.

Il est même des sujets chez lesquels le sucre apparaît dans les urines très passagèrement. Je connais des cas dans lesquels une impression morale un peu vive suffit pour déterminer l'apparition temporaire du sucre dans les urines.

Mais lorsque la glycosurie est continue, qu'il y a expulsion d'une grande quantité de sucre et consomption, elle constitue une maladie très grave.

Dans cette affection singulière on n'observe pas de fièvre ; ou bien, s'il survient de la fièvre (ce qui ne fait qu'aggraver le pronostic), le sucre disparaît de l'urine.

En somme, nous voyons souvent chez les diabétiques un amaigrissement considérable accompagné d'une soif vive, d'une grande voracité; les fonctions digestives sont exagérées, et cependant la nutrition ne se fait pas.

Quels sont, dans le diabète, les organes les plus affectés? D'après les observations de Nicolas et de Gueudeville, toutes relatives à des cas graves, le système musculaire perd beaucoup de son volume. Ces auteurs ont vu une émaciation extrême survenir chez des sujets athlétiques. La peau ne remplit plus ses fonctions; le poumon devient malade. Les organes qui semblent le plus souffrir sont donc précisément ceux qui, chez le fœtus, sont normalement pourvus de matière glyco-

gène. Les autres organes n'ont pas souffert; leurs fonctions s'exécutent, au contraire, avec une remarquable activité.

Nous pourrions donc croire que chez l'adulte, comme chez le fœtus, la matière glycogène semble remplir un rôle nutritif analogue, en passant de la forme amyloïde à un état d'organisation plus complexe et plus stable. Mais si l'on suppose qu'au lieu de prendre une forme d'organisation plus avancée, elle se change complètement en sucre, obéissant à une cause de désorganisation, d'évolution rétrograde, elle donnera naissance à des produits qui devront être chassés de l'organisme. C'est à cette vue que nous a conduit l'examen des phénomènes caractéristiques du diabète.

Chez tous les animaux, les phénomènes nutritifs sont de deux ordres : les uns répondent à l'*assimilation*, les autres à la *désassimilation*, représentant ainsi deux tendances chimiques opposées, l'une d'organisation, l'autre de désorganisation. Pour appliquer cette notion générale à la matière glycogène, nous dirons qu'une partie de cette matière s'assimile et que l'autre se désassimile. Le diabète répondrait à une activité prépondérante de la désassimilation.

Ces deux ordres de phénomènes, avons-nous dit, sont réglés par l'influence du système nerveux.

Après avoir piqué le plancher du quatrième ventricule, nous avons vu les animaux devenir diabétiques. Sacrifiant, trois heures après la piqûre, un de ces animaux diabétiques, on trouvait encore de la matière glycogène dans son foie. Le sacrifiant un peu plus tard, alors

que cessait la glycosurie, son foie n'offrait plus de matière glycogène.

La glycosurie est donc un phénomène intimement lié à la présence de la matière glycogène dans le foie. Nous savons encore que l'apparition du sucre dans les urines indique que le sang en renferme une trop grande quantité. Le diabète répondrait au déversement d'une trop grande quantité de sucre dans le sang, et à l'expulsion par les urines de celui qui aurait dû rester dans l'économie, pour servir, sous une autre forme, à l'assimilation.

Pour faire comprendre maintenant quel est le rôle du système nerveux dans ces phénomènes, nous sommes obligé d'appeler l'attention sur des vues que nous avons émises relativement au fonctionnement des organes glandulaires.

En examinant l'appareil nerveux d'une glande (et ceci peut s'appliquer au foie), on voit qu'il est double : il est formé, d'une part, par le système sympathique, de l'autre par le système cérébro-spinal, sans parler des nerfs de sentiment qui interviennent aussi dans le phénomène de la sécrétion.

S'il nous est permis d'étendre à tous les organes sécréteurs ce que l'expérience nous a appris relativement à la glande sous-maxillaire, nous dirons : Que dans l'état de repos des glandes, alors qu'il n'y a pas écoulement de leur produit de sécrétion, que la circulation y est d'une activité médiocre, un seul nerf agit, nerf à action permanente : c'est le grand sympathique. Que lorsque les glandes sécrètent, que la circulation y est plus active,

c'est sous l'influence du nerf fourni par le système cérébro-spinal. Et si l'on coupe ce dernier nerf, la sécrétion n'a plus lieu que par l'excitation de son bout périphérique, qui se rend à la glande.

Dans l'état de repos de l'organe, ce nerf sécréteur cérébro-spinal ne paraît pas agir; car, si l'on vient à le couper rapidement, l'état de la glande n'est pas du tout modifié par la section. Mais il n'en est pas de même du grand sympathique, dont la section change l'état de la glande. La soustraction du grand sympathique semble donc en rapport avec l'activité fonctionnelle de l'organe.

D'après ces résultats, je pense qu'on doit considérer l'influence nerveuse plutôt comme une sorte de frein que comme une excitation. Le grand sympathique serait un frein qui empêche ou règle la fonction, en agissant sur la circulation par la contraction des vaisseaux; si l'on exagère son action par la galvanisation, on arrête la circulation en portant très haut cette contraction des vaisseaux; mais, si l'on supprime cette influence, l'excès d'activité de la circulation coïncide avec un fonctionnement exagéré. C'est ainsi qu'on peut expliquer aussi l'action du curare, qui augmente les sécrétions en détruisant le système nerveux.

Nous allons répéter devant vous l'expérience. On engage, sur un chien, des tubes dans tous les conduits sécréteurs, salivaires, biliaires, pancréatique, urinaires. L'animal étant en repos, l'urine seule coule. Si on l'empoisonne par le curare, on voit toutes les sécrétions se produire. Lorsque l'animal, étant tout à fait empoisonné,

on entretient la respiration artificielle, les larmes coulent, etc., toutes les sécrétions marchent abondamment; l'urine devient plus abondante et sucrée : ce chien est diabétique. Or, qu'a fait le curare? — Il a complètement détruit les nerfs moteurs. Les glandes se sont mises à fonctionner lorsque le système nerveux moteur qui lui servait de modérateur a été détruit.

La conclusion à tirer de ces faits est que le grand sympathique s'oppose à la sécrétion en agissant sur la circulation. Il est le modérateur des fonctions, permettant ainsi aux substances de séjourner dans les organes, d'y subir leurs métamorphoses et de servir ainsi à la nutrition. C'est le nerf de la nutrition proprement dite ou plutôt de l'assimilation.

Les conditions dans lesquelles peut s'exercer la force plastique sont donc déterminées par le grand sympathique. Sous son influence, un organe est au repos; il se nourrit. L'état fonctionnel, déterminé passagèrement par les nerfs du système cérébro-spinal, agit pour amener les conditions de la destruction, c'est-à-dire de la désassimilation.

Je ne serais pas éloigné de penser que le nerf du système cérébro-spinal, quand il agit sur les éléments de la glande, agit aussi sur le grand sympathique. Lorsqu'il est excité, on obtient en effet des phénomènes semblables à ceux que l'on obtient en détruisant le grand sympathique.

Le sympathique serait, selon mes idées, pour les organes, un frein qui leur permet de se nourrir. Lorsque l'organe est abandonné à lui-même, ou plutôt lorsqu'il

accomplit les fonctions que nous rattachons à l'exercice de la vie, il devient toujours le siège de phénomènes de désassimilation.

Quant à ces phénomènes de désassimilation, envisagés au point de vue de la nutrition, ils sont sans doute indispensables à la reconstitution nutritive des organes. Mais, dans la sécrétion, la désassimilation est l'expulsion d'un produit qui a dû être préalablement formé par la force qui préside à l'organisation des principes immédiats animaux.

L'action du grand sympathique modère la circulation et diminue aussi la température. Lorsque l'influence de ce nerf est détruite ou amoindrie, la température s'élève. L'élévation de température produite par la désassimilation est nécessaire elle-même à l'accomplissement des phénomènes ultérieurs d'assimilation.

En résumé, nous voyons, ainsi que je l'ai dit, deux ordres de nerfs moteurs dans les glandes : les uns, dont l'activité est en rapport avec l'état fonctionnel de l'organe (nerfs cérébro-spinaux) ; les autres, dont l'activité est en rapport avec son état de repos (nerf du grand sympathique), ces deux actions ont l'air d'être antagonistes ; le système cérébro-spinal semble exercer son action en supprimant celle du grand sympathique.

Appliquons maintenant ces données à ce qui se passe dans le foie.

La formation de la matière glycogène n'a lieu que pendant que l'organe est en repos. Ensuite, sous l'influence d'un autre nerf, survient une activité plus grande de la circulation, une élévation de la température et la destruction de la matière formée.

L'hypersécrétion de la matière glycogène et sa transformation plus active en sucre étant liées à l'innervation, le diabète pourrait être rapporté à un affaiblissement ou à une suppression de l'action du grand sympathique du foie.

Mais, lorsqu'il s'agit d'une soustraction directe du grand sympathique, elle ne tarde pas, au bout d'un certain temps, à se compliquer de troubles inflammatoires. Toutefois ces phénomènes inflammatoires ne se produisent plus quand l'influence du grand sympathique est simplement annulée par l'action prépondérante du système cérébro-spinal. De sorte qu'on pourrait dire :

Chez les diabétiques, le foie sécrète trop. La matière qui s'y change en sucre ne peut être transformée en un produit d'une organisation plus complexe. La désassimilation est devenue prépondérante.

On peut donc considérer le diabète comme une maladie nerveuse due à un excès d'action du nerf désassimilateur du foie, qui entraîne la désassimilation prématurée d'une matière qui devait servir d'une autre manière à la nutrition.

Dans cette maladie, la température du foie doit augmenter avec l'activité de la circulation. La chaleur donne sans doute une activité plus grande à l'absorption intestinale, d'où résultent peut-être le dessèchement de la membrane muqueuse intestinale, la soif, la voracité, etc., qu'on observe dans cette maladie. Tous ces phénomènes seraient en rapport avec l'excès d'activité de la circulation du foie.

Le traitement du diabète devrait donc s'adresser au

système nerveux. Si l'on pouvait galvaniser le grand sympathique, ce serait probablement un moyen utile. Mais, avant d'arriver à un traitement physiologiquement rationnel, il faudrait résoudre une foule de questions qui attendent encore leur solution de la science physiologique (1).

(1) Voyez Claude Bernard, *Leçons sur le diabète et la glycogenèse animales*. Paris, 1877.

LA FIÈVRE (1)

Messieurs,

On peut dire d'une manière certaine qu'il est impossible de comprendre par la connaissance des phénomènes de la circulation générale le rôle de cette fonction dans les phénomènes locaux de l'inflammation.

C'est qu'en effet, indépendamment de la circulation générale découverte et décrite par Harvey, il existe des circulations locales propres à chaque organe, qui le rendent indépendant, jusqu'à un certain point, des organes voisins.

Je ne reviendrai pas ici sur les considérations anatomiques par lesquelles j'ai pu rendre compte de cette indépendance en montrant dans le système capillaire deux ordres de vaisseaux, les uns en quelque sorte interstitiels aux éléments, les autres anastomotiques. Grâce à cette disposition, on comprend comment, à côté des phénomènes de la circulation générale, qui sont constants, chaque organe peut en offrir d'autres qui sont locaux et essentiellement variables ; puis comment, à l'aide du

(1) Leçon recueillie par M. le docteur Aug. Tripier et publiée dans la *Clinique européenne*, 9 avril 1859.

système nerveux, il se crée, avec une impulsion commune, unique, une pression particulière et variable.

Autant la notion des phénomènes de la circulation générale est restée stérile au point de vue de la pathogénie, autant l'étude des circulations locales me paraît devoir fournir à la pathologie des données fécondes et intéressantes.

Une expérience que j'ai faite autrefois, et sur laquelle j'ai eu souvent à revenir, est encore la donnée la plus nette que nous ayons sur ce sujet; et j'y reviens de nouveau aujourd'hui pour l'analyser et voir quelles sont les interprétations qu'elle est actuellement capable de fournir à la médecine.

J'ai montré qu'en faisant la section du sympathique dans le cou, on produit dans la moitié de la tête à laquelle se distribue le filet cervical divisé, un ensemble de phénomènes que je vous rappellerai sommairement. Je dirai d'abord que le résultat le plus apparent est une augmentation de chaleur de toute cette moitié de la tête. Cette élévation de chaleur, appréciée par la comparaison des deux oreilles chez l'animal opéré, est d'ailleurs variable, suivant la température initiale de l'oreille, déterminée elle-même par la température extérieure. Notons toutefois que, dans toutes ces varations, la température ne s'élève jamais au-dessus du degré de la chaleur propre de l'animal, c'est-à-dire de la température de son sang dans son cœur. En même temps que la température s'élève, on peut observer une augmentation locale de la pression très sensible au manomètre différentiel dont j'ai fait usage. Cette pression augmentée ne

peut pas, plus que la température, devenir plus considérable que celle du cœur. On observera encore qu'avant la section du filet cervical du sympathique, le sang sort des veines noir et en bavant ; après la section il en sort rutilant, et quelquefois par jets, parce que les pulsations se continuent des artères jusque dans les veines ; c'est ce que j'ai vu sur la veine coronaire labiale chez les chevaux. Mais que l'on vienne alors à galvaniser le bout périphérique du filet sympathique coupé, on verra la température s'abaisser, la vascularisation devenir moindre, la pression diminuer et tomber au-dessous même de son type normal ; le sang redeviendra noir dans les veines, d'où il sortira de nouveau en bavant et en quantité extrêmement faible.

Examinons maintenant comment on a cherché à expliquer les phénomènes observés dans cette expérience.

Et d'abord on a prétendu que l'élévation de température du côté où a été pratiquée la section du sympathique était simplement due à la vascularisation plus grande des parties, et à ce que, dans un temps donné, *elles étaient traversées par une grande masse de sang.*

Cette explication est insuffisante : outre la modification physique qui peut augmenter la chaleur des parties devenues plus vasculaires, il y a augmentation de l'activité des phénomènes chimiques interstitiels qui produisent la chaleur animale. Cela a été démontré par l'expérience faite sur un cheval, dans laquelle, garantissant la tête contre le refroidissement par le milieu extérieur, j'ai constaté une température du sang veineux plus élevée que celle du sang artériel. Cet excès de chaleur du sang

veineux, à peine appréciable dans les conditions normales, devient bien sensible lorsqu'on a coupé le filet cervical du grand sympathique.

Le sang n'a pas subi alors, au contact des tissus, les modifications qu'il y éprouve d'ordinaire. Il n'a pas eu le temps de devenir veineux ; il est plus rouge qu'à l'ordinaire et il arrive dans les veines animé d'une vitesse plus grande. Il paraît cependant avoir éprouvé un changement chimique réel, car il a acquis une coagulabilité beaucoup plus considérable.

Il y a, à la suite de la section du grand sympathique, une augmentation de l'activité physiologique des parties ; le tissu cellulaire est le siège d'une activité vitale plus grande, il s'y exhale de la lymphe plastique en plus grande abondance, la peau est plus chaude ; nous l'avons vue chez les chevaux se couvrir de sueur d'un seul côté de la tête. Pendant l'hiver, la vapeur d'eau rejetée par l'expiration chez cet animal forme brouillard au sortir d'un naseau seulement. La sensibilité est augmentée dans toute la partie et il en est de même du ton musculaire ; toutes les ouvertures, palpébrales, pupillaires, nasales, etc., sont rétrécies et la commissure labiale est ramenée en avant du côté opéré. Tous ces phénomènes, liés à l'inaction du grand sympathique, disparaissent quand on le galvanise ; alors les ouvertures se dilatent et la face prend un aspect cadavérique. En résumé, nous voyons les propriétés vitales exaltées sous l'influence de la section du nerf ; la galvanisation, au contraire, les déprime ou les abolit.

Enfin, nous signalerons ici des faits, qui, bien que

différents jusqu'à un certain point de ceux que nous venons de rappeler, dérivent cependant de la même cause. Si l'on fait périr par hémorrhagie, ou si l'on empoisonne avec le curare un animal auquel on a coupé d'un côté le sympathique dans le cou, le côté de la tête qui correspond à la section semble survivre à l'autre plus ou moins longtemps.

Nous ne nous arrêterons pas ici sur les expériences nombreuses tentées pour suivre l'influence du sympathique dans différents organes, et pour la comparer à celle des nerfs cérébro-spinaux. Les expériences faites jusqu'ici n'ont encore donné que des résultats partiels dont cependant une conclusion générale nous paraît pouvoir être tirée : à savoir, que les phénomènes signalés comme étant propres au grand sympathique, prouvent que ce nerf est bien le seul vaso-moteur, c'est-à-dire le nerf qui règle les actions interstitielles des tissus.

Nous terminerons par une observation sur laquelle nous croyons devoir appeler l'attention, avant de passer de la physiologie à l'explication des phénomènes pathologiques.

On sait quels sont les résultats de la galvanisation du filet sympathique cervical. Or, sur un lapin auquel on a coupé le sympathique dans le cou, la galvanisation directe de l'oreille du côté qui correspond à la section donne des résultats différents de ceux qui fournit la galvanisation du nerf lui-même. La galvanisation directe de cette oreille en enlève la température ; la galvanisation directe de l'oreille saine la refroidit. L'action propre du grand sympathique peut donc se manifester comme con-

séquence de l'excitation d'un autre nerf et se montrer comme phénomène réflexe. C'est là un fait qu'il importera de ne pas perdre de vue lorsque nous chercherons à nous expliquer le mécanisme de certains états morbides. Mais pour le moment revenons sur le fait que nous venons de signaler. Lorsque nous galvanisons l'oreille du côté correspondant à la section, nous produisons de la douleur. (Nous avons, il y a deux ans, longuement insisté sur l'influence qu'exerce la douleur sur les pulsations du cœur.) Dans cette oreille, l'excitation douloureuse devient le point de départ d'une congestion et même d'épanchements, d'autant plus prononcés que la contractilité des vaisseaux ne vient plus y mettre obstacle. Le même résultat pourrait d'ailleurs être obtenu par l'excitation douloureuse d'une autre partie privée du nerf sympathique. Quand on galvanise au contraire l'oreille du côté sain, l'excitation portée par les nerfs sensitifs à la moelle en est ramenée ensuite par le sympathique, dont l'action fait contracter les vaisseaux et produit alors un abaissement de température. Le sympathique étant intact, qu'on vienne de même à couper le filet cervical auriculaire, la galvanisation de son bout central produira le refroidissement de l'oreille ; mais si l'on coupe le sympathique et si l'on galvanise le bout central du même filet cervical auriculaire, on produira une élévation de température.

Quand, pendant l'hiver, on expose au froid un lapin dont le sympathique du cou a été coupé d'un côté, on voit que l'oreille correspondant à la section du nerf résiste beaucoup plus au refroidissement. Je pense que le froid exerce sur les nerfs de sentiment une influence analogue

à celle que nous avons attribuée à l'électricité; ils portent à la moelle épinière l'impression reçue, d'où action réflexe du sympathique qui resserre les vaisseaux du côté où il est resté intact. Lorsque le sympathique est coupé, cette réaction n'a pas lieu, et c'est pourquoi l'oreille résiste davantage au froid.

Cherchons maintenant les points de contact que les phénomènes physiologiques que nous venons d'analyser peuvent offrir avec les phénomènes pathologiques.

Disons d'abord que lorsque, par la section du filet cervical du grand sympathique, on a produit dans un côté de la tête une élévation de température, l'examen du côté opposé montre que la production de chaleur n'est pas absolue. Tandis qu'un côté s'est échauffé, l'autre s'est refroidi : il se produit une sorte d'équilibration ou de compensation tout à fait analogue à ce qu'on a décrit sous le nom de révulsion. Il semble que l'organisme dispose d'une propriété donnée et que, lorsque ses manifestations augmentent dans un point, c'est pour diminuer dans un autre. Il en est de même de la pression qui, augmentant dans le côté correspondant à la section du sympathique, diminue du côté sain : en effet, une même masse de sang étant poussée par un seul organe, si la pression augmente dans quelque point, c'est nécessairement pour diminuer dans les autres.

Nous avons vu en outre que du côté où le sympathique a été coupé, le sang conserve sa couleur vermeille en traversant les capillaires : les phénomènes de nutrition ne se sont pas accomplis. Pareille chose peut s'observer dans certaines conditions pathologiques. Ainsi, depuis que j'ai

fait connaître mes expériences, on a signalé des cas, dans les fièvres graves, où le sang passait rouge dans les veines et même avec des pulsations. Dans ces conditions, le système sympathique se trouve dans un état qui équivaut à sa section; alors aussi on observe une élévation notable de la température des parties périphériques.

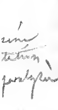
Mais dans ces conditions encore il y a équilibration entre les phénomènes extérieurs de calorification et la production de chaleur interne. Les fonctions hépatiques et intestinales, principales sources de la chaleur animale, cessent de s'accomplir. La chaleur a dû cesser de se produire dans les organes internes dont les fonctions sont suspendues; elle se produit au contraire très activement dans les parties superficielles.

Nous trouvons donc dans l'état fébrile des symptômes tout à fait analogues à ceux que nous avons produits localement par la section du sympathique; et, si l'on supposait la généralisation des phénomènes que nous avons observés à la suite de la section du filet ascendant du grand sympathique, on aurait une véritable fièvre; augmentation de chaleur, de pression, du pouls, de la transpiration, œil brillant, et

Il est un autre phénomène de la fièvre qui s'explique encore fort bien par l'action du grand sympathique, c'est le frisson initial. Ce phénomène, nous l'avons vu, peut être produit par action réflexe, par la galvanisation du bout central d'un nerf cérébro-spinal. Il peut donc y avoir refroidissement par surexcitation du grand sympathique, suivi d'une élévation de température par suite de son affaiblissement consécutif.

Or, de même qu'on voit souvent l'abolition d'une fonction être consécutive à son excès d'activité, de même, dans le grand sympathique, on conçoit qu'une excitation un peu forte puisse être suivie d'un état de fatigue, de paralysie temporaire et incomplète d'où résulte une production de chaleur. C'est ce qui s'observe encore lorsque, galvanisant le grand sympathique, on prolonge beaucoup l'opération : on arrive à produire la lassitude et la paralysie, et par suite une élévation de température des parties auxquelles il se distribue. C'est ce qui peut s'observer de même après l'application topique du froid, suivie bientôt d'une augmentation de chaleur, etc.

La fièvre doit donc se comprendre comme une sorte de paralysie du grand sympathique, paralysie passagère et incomplète. Sous l'influence des agents extérieurs, cette fièvre survient, caractérisée par un frisson suivi de chaleur, phénomènes physiologiques que nous avons pu observer dans les conditions fébriles créées artificiellement. Si une cause quelconque produit une atteinte à la sensibilité générale, une action réflexe du grand sympathique produit un frisson, excitation réflexe bientôt suivie d'un relâchement qui amène une exagération des phénomènes circulatoires, de la sueur, etc.



Des médecins ont dit récemment que, toutes les fois qu'on saignait un frébricitant pendant la période de réaction d'un accès fébrile, le sang veineux était rutilant et présentait des pulsations. Autrefois on a signalé des faits analogues. Dans la fièvre, on a mentionné une augmentation de la fibrine du sang. C'est aussi ce que nous avons

observé chez les animaux auxquels nous avions coupé le grand sympathique.

De ce qui précède, il résulte que la fièvre doit être considérée comme un phénomène purement nerveux. Nous pouvons, en effet, en produire toutes les conditions organiques en agissant sur le système nerveux, et sur lui seul. La fièvre peut prendre origine tantôt dans une excitation du système nerveux sensitif externe, tantôt dans l'excitation du système nerveux sensitif interne à la surface interne du cœur, des vaisseaux ou des organes splanchniques.

On conçoit très bien, maintenant, qu'une altération du sang puisse être la conséquence de cette lésion primitive de l'innervation, et que cette altération amène une pneumonie, une pleurésie, etc. Mais l'affection locale est consécutive : dans ces circonstances, il n'est guère possible de la comprendre autrement ; et ce qui le prouve, c'est que dans certaines fièvres graves, fièvre jaune, fièvre typhoïde, etc., les altérations pathologiques après la mort sont d'autant moins marquées que la fièvre est plus intense, c'est-à-dire que la mort est arrivée plus vite. Nous aurons occasion, d'ailleurs, en traitant de l'inflammation, de revenir sur ces états locaux. Nous voulons seulement établir, pour le moment, que l'expérience de la section du grand sympathique, dans le cou, nous rend compte, par la généralisation des résultats, de tous les phénomènes de la fièvre.

Quant à la cause de la fièvre, elle peut, ainsi que nous l'avons dit, être extérieure ou interne. Elle peut tenir au transport d'une substance morbide dans les veines, car

on produit artificiellement un accès de fièvre en injectant une matière putride dans les veines. La cause déterminante de la fièvre pourrait encore agir sur les centres nerveux, sur l'enveloppe cutanée, et atteindre le sympathique par mécanisme réflexe. Mais l'étude de toutes ces causes nous entraînerait trop loin de notre sujet actuel; car nous ne voulons montrer ici que la relation qui existe entre les phénomènes physiologiques et les phénomènes morbides.

Nous avons considéré aujourd'hui la fièvre indépendamment des désordres locaux qui souvent l'accompagnent, désordres qu'on a rattachés à un état organique auquel on a donné le nom d'*inflammation*. La fièvre sans doute ne peut pas exister sans cause, mais elle peut exister indépendamment des affections locales qui en sont ordinairement la conséquence: la fièvre intermittente en est un exemple. L'état inflammatoire entraîne, outre les conditions fonctionnelles qui caractérisent la fièvre, des conditions nouvelles, notamment la formation du pus. Nous aurions donc à étudier, dans ces phénomènes, l'influence du système nerveux sympathique, qui ne doit jamais être mis de côté dans l'étude de l'inflammation.

PROPRIÉTÉS SENSITIVES DU GRAND SYMPATHIQUE, ET MOUVEMENTS RÉFLEXES QUI SE PRODUISENT SOUS SON ACTION (1).

Messieurs,

Nous avons étudié jusqu'ici dans le grand sympathique le nerf moteur des vaisseaux et examiné quelques-uns des états pathologiques qui peuvent être déterminés par des lésions de l'élément nerveux sympathique. Mais le système sympathique n'est pas seulement un appareil moteur; nous devons encore considérer en lui l'élément sensitif très peu connu et cependant très digne de l'être.

On a souvent cherché à déterminer si les ganglions étaient ou non sensibles, et les observations ont conduit à des résultats contradictoires qui tiennent nécessairement à ce qu'elles ont été faites dans des conditions différentes. Après avoir trouvé dans nos expériences les ganglions tantôt sensibles, tantôt insensibles, nous sommes arrivé à en dégager quelques données intéressantes.

La plupart de nos expériences ont porté sur le ganglion premier thoracique. On peut arriver sur lui sans ouvrir la poitrine; en effet, il se trouve situé, chez le chien, dans

(1) 24 juin 1859. — Leçon recueillie par M. le docteur Aug. Tripier, et publiée dans la *Clinique européenne*, 16 juillet 1859.

l'espace compris entre la première et la deuxième côte, en arrière et en dehors de la plèvre. Une fenêtre, ouverte en arrière dans les muscles intercostaux, amène sur ce ganglion, sur lequel on peut agir ainsi, sans faire pénétrer l'air dans la plèvre. Les ganglions du sympathique ne sont pas sensibles au contact; parfois ils le sont peu à la pression et même à l'écrasement. Après la contusion qui résulte de l'écrasement, le point sur lequel on a agi devient noir, comme ecchymosé; c'est là une particularité que ne nous a présentée aucun autre tissu.

Eh bien, ces ganglions insensibles au contact, à peine sensibles au pincement et à l'écrasement, sont d'une sensibilité extrêmement vive au tiraillement et surtout au galvanisme. C'est cette sensibilité au galvanisme que nous avons étudiée. L'excitation motrice de ce nerf n'est en rien comparable, comme intensité et rapidité de l'effet produit, avec l'excitation sensitive. Aucun nerf ne nous a présenté d'ailleurs, sous ce rapport, rien de semblable.

Nous aurons indiqué tout ce que donne à observer la sensibilité du ganglion premier thoracique au tiraillement, quand nous aurons rappelé que, lorsque nous l'avons arraché (opération que nous avons souvent pratiquée par la méthode sous-cutanée, pour produire les désordres dont il a été question quand nous avons traité de l'inflammation), la douleur produite a été extrêmement vive et a persisté avec une assez grande intensité pendant trois ou quatre jours dans la patte correspondante. Dans ces cas, la patte qui se trouvait dans l'extension était aussi plus chaude que celle du côté opposé, et la

circulation y était plus active. Cependant les nerfs du plexus brachial n'avaient pas été atteints, ce qui était prouvé par l'intégrité de la sensibilité et des mouvements dans le membre. Ce qui prouve bien que ces phénomènes d'exagération de la circulation et de la calorification appartiennent exclusivement au grand sympathique et non aux nerfs cérébro-spinaux. Le ganglion premier thoracique est donc sensible, mais d'une sensibilité toute particulière.

Cette sensibilité du ganglion premier thoracique au tiraillement a été retrouvée dans les nerfs splanchniques, dans les ganglions du plexus solaire et dans les nerfs qui en émanent. Or, chose remarquable, ces nerfs se distribuent à des parties qui, dans l'état normal, sont insensibles.

Quant à la voie de transmission de ces impressions douloureuses, elle ne peut être que dans la moelle épinière. Nous ne ferons que rappeler la disposition générale de la partie du sympathique sur laquelle ont porté les études dont il est ici question. On sait que les nerfs grands splanchniques descendent, des ganglions thoraciques, aux ganglions du plexus solaire, d'où partent ensuite les nerfs qui vont se distribuer à l'intestin. Lorsqu'on coupe les nerfs de l'intestin entre leur terminaison et le plexus solaire d'où ils émanent, on voit que c'est dans le bout central que persiste la sensibilité. Tous les nerfs de l'intestin, inférieurs au plexus solaire, se comportent ainsi; il en est de même des nerfs du rein, de la rate.

D'un autre côté, lorsqu'on galvanise les ganglions

semi-lunaires, on les trouve de même très sensibles à l'excitation électrique. Lorsqu'on fait porter la section sur les nerfs splanchniques, dans un point rapproché des ganglions semi-lunaires, on voit que les deux bouts sont sensibles; le bout supérieur l'est un peu plus que le bout inférieur. Cette sensibilité du bout supérieur se manifeste excessivement vive tout le long des nerfs splanchniques. Quand on coupe le nerf splanchnique près du ganglion thoracique, la sensibilité est plus vive de beaucoup dans le bout supérieur.

Examinant maintenant les connexions nerveuses du ganglion premier thoracique, on voit que deux filets qui en émanent latéralement le mettent en rapport avec la moelle par le plexus brachial. Ce rapport avec le centre cérébro-spinal peut se démontrer par la section de ces deux filets. Si, après les avoir coupés, on tiraille le ganglion ou les nerfs qui en partent, on voit que la sensibilité en a disparu. Il est probable que des communications de ce genre mettent en rapport le plexus solaire avec la moelle épinière. Quand on galvanise le ganglion premier thoracique, la patte correspondante est prise de mouvements convulsifs d'extension, d'une sorte de tétanos très douloureux qui cesse avec la galvanisation. Quelquefois, quand la galvanisation est forte, ce tétanos peut se manifester aussi, avec moins d'intensité, il est vrai, dans la patte antérieure opposée. Après qu'on a coupé les deux filets latéraux par lesquels le ganglion premier thoracique communique avec la moelle, la galvanisation de ce ganglion ne détermine plus ni douleur, ni mouvements convulsifs réflexes. Si, au lieu d'agir sur le ganglion premier

thoracique, on galvanise le nerf splanchnique, on détermine, en même temps que de la douleur, des mouvements convulsifs, non seulement dans la patte antérieure correspondante, mais encore dans les côtes de ce côté, portées par le tétanos des muscles qui s'y rattachent dans une élévation permanente.

Il y a donc dans le système sympathique deux éléments nerveux, l'un moteur et l'autre sensitif. Certaines excitations portées sur le dernier ont pour effet de déterminer des mouvements réflexes spéciaux, tout à fait comparables aux mouvements convulsifs du tétanos.

Ces mouvements réflexes peuvent être produits non seulement chez l'animal vivant, mais aussi chez l'animal récemment mort. C'est ce que nous allons vous prouver par expérience.

Nous venons de sacrifier un chien par la section du bulbe; on l'ouvre et l'on tiraille ou l'on galvanise les ganglions abdominaux du grand sympathique : des mouvements réflexes se produisent dans les parois abdominales et dans les membres.

Cette sensibilité du nerf sympathique au galvanisme est fort remarquable et semble différer par quelques points de la sensibilité du système des nerfs cérébro-spinaux.

On connaît fort bien, en effet, la sensibilité des nerfs de la peau qui se distribuent à des organes sensibles, et nous ne nous y arrêterons pas, mais les surfaces muqueuses et séreuses sont aussi douées de sensibilité, toutefois d'une sensibilité particulière dont nous n'avons pas conscience dans l'état normal. Quant à la sensibilité inconsciente de ces parties, son existence est nettement établie par

leurs fonctions, et par les mouvements réflexes dont elles deviennent le siège sous l'influence de leurs excitants physiologiques.

La sensibilité des organes splanchniques présente donc ce caractère particulier qu'inconsciente dans les conditions normales, elle peut être perçue vivement dans certains états pathologiques. L'intestin d'un animal en santé est insensible aux excitations mécaniques; mais s'il s'enflamme, ou si l'animal est pris de péritonite, le simple contact éveillera une vive douleur. Cette propriété, spéciale à la partie sensitive du système sympathique, est importante au point de vue pathologique.

Mais la douleur n'est pas le seul phénomène qui doive ici appeler notre attention. Cette douleur, apparaissant sous l'influence de certaines excitations, est le point de départ de mouvements réflexes dont l'étude offre également un grand intérêt. Nous avons déjà dit que ces mouvements réflexes sont des mouvements qui semblent tétaniques, et offrent en général le caractère de l'extension; constamment la galvanisation du ganglion premier thoracique nous a donné l'extension de la patte correspondante.

Sous ce rapport, un champ inexploré s'ouvre à l'observation des pathologistes; on a peu étudié les conditions des différents mouvements réflexes qui se produisent dans les maladies. Nous pensons qu'une distinction pourrait, dès à présent, être faite entre les mouvements réflexes reconnaissant pour cause une excitation des extrémités des nerfs sensibles cérébro-spinaux et ceux qui ont pour point de départ une irritation du système sympa-

thique. En effet, si nous prenons une grenouille, que nous lui coupions la moelle épinière à sa partie supérieure pour abolir les mouvements volontaires, et qu'ensuite nous agissions sur la sensibilité des troncs ou des extrémités périphériques des nerfs du système cérébro-spinal, au lieu de déterminer des mouvements d'extension, nous produirons la flexion. Le résultat obtenu sera le même quelle que soit la nature de l'excitant employé, qu'on ait recours à l'excitation mécanique du pincement de patte, à un excitant physique comme l'électricité, ou à l'excitation chimique d'une solution acidulée.

Or, si avec les mêmes excitants nous agissons sur le grand sympathique, nous produirons une extension très prononcée.

Un grand nombre de symptômes convulsifs doivent reconnaître sans doute une origine de ce genre ; les convulsions que présentent les enfants porteurs de vers intestinaux sont déterminées très vraisemblablement par ce mécanisme.

Mais ce n'est pas seulement au point de vue de la physiologie du grand sympathique que ces mouvements réflexes présentent de l'intérêt. Il y aura lieu de déterminer quelle partie de la moelle épinière est en rapport avec ces phénomènes. Il semble qu'on ne saurait localiser dans une même partie du centre réflecteur les transformations d'impressions sensitives qui aboutissent à des mouvements d'extension et celles qui produisent des mouvements de flexion. Ces mouvements, d'ailleurs, diffèrent non seulement par leur direction, mais par leur caractère ; tandis que les mouvements de l'extension offrent

communément un état permanent de contraction, les mouvements réflexes de flexion sont brefs et passagers.

Nous sommes donc très disposé à penser que le grand sympathique est particulièrement en rapport avec certaines parties spéciales de la moelle appartenant aux faisceaux postérieurs, et, ici, je dois signaler un fait assez curieux qui pourra être susceptible d'une vérification anatomique intéressante lorsque l'expérimentation physiologique en aura bien analysé les conditions. Nous venons de dire qu'en agissant sur la sensibilité des nerfs de la peau, on produisait des mouvements de flexion. Vous avez vu le train postérieur d'une grenouille se ramasser vers le tronc sous l'influence d'un excitant qui agissait sur les pattes. Qu'au lieu d'agir sur la peau, nous portions maintenant l'excitant sur le nerf sciatique, le même phénomène de flexion des membres postérieurs se produira encore; mais si, remontant vers la moelle, nous venons à agir sur la racine postérieure, entre la moelle et le ganglion, nous aurons un résultat tout différent : le mouvement de flexion sera remplacé par un mouvement d'extension. Si l'on fait l'expérience sur une des racines d'origine du plexus brachial, qui communique, par une double anastomose latérale, avec le ganglion premier thoracique, on détermine des mouvements d'extension, comme si l'on agissait sur les anastomoses ou sur le ganglion lui-même. Mais on produira cependant des mouvements de flexion toutes les fois qu'on agira sur le grand nerf mixte. Faudrait-il admettre, d'après ces faits, que des filets appartenant au système sympathique viendraient dans les racines postérieures en dehors d'une

action du ganglion intervertébral ? — La conclusion serait peut-être prématurée. Je me borne pour aujourd'hui à indiquer l'expérience brute. On a également des mouvements d'extension agissant sur les faisceaux postérieurs de la moelle, lorsqu'on les gratte, par exemple, tandis que quand on agit de la même manière sur les faisceaux, antérieurs, on ne produit pas le même phénomène. Faudrait-il admettre que, toutes les fois que l'impression sensitive va retentir, pour s'y transformer en excitation réflexe, sur les faisceaux postérieurs, il y a extension, tandis que la flexion serait produite par l'action de cette cause sur les faisceaux antérieurs?— Nous savons que les faisceaux antérieurs renferment des filets sensitifs ; peut-être ces filets sont-ils les conducteurs des sensations qui provoquent les mouvements de flexion?

Quoi qu'il en soit de ces interprétations qui ne seraient encore qu'hypothétiques, nous pouvons regarder comme bien établi que le système sympathique est sensible sous l'action de certains excitants, surtout du galvanisme. Lorsqu'une inflammation survient, de la douleur est produite peut-être parce qu'il s'établit des conditions anatomiques nouvelles produisant le tiraillement de filets nerveux sympathiques.

Les mouvements réflexes déterminés par la mise en jeu de la sensibilité du système sympathique, ne portent pas seulement sur les organes de la vie de relation; certains mouvements de la vie organique reconnaissent ce mécanisme. En même temps que la galvanisation du ganglion premier thoracique détermine des mouvements étaniques de la patte correspondante, elle peut détert-

miner aussi des mouvements dans l'estomac et dans l'intestin grêle.

De même que la sensibilité extérieure peut agir pour produire des mouvements réflexes internes, de même la sensibilité organique peut déterminer des mouvements des organes appartenant à la vie de relation. La vie organique et la vie de relation, malgré des caractères différentiels qui permettent de les regarder comme physiologiquement distinctes, ont donc, l'une sur l'autre, une influence réciproque qui n'avait pas échappé aux médecins, bien que la physiologie n'eût pu jusqu'ici en expliquer le mécanisme.

En résumé, le système sympathique jouit d'une sensibilité incontestable. Cette sensibilité, qu'on peut fort bien méconnaître à l'état normal, avait été soupçonnée par Bichat, qui lui avait donné le nom de *sensibilité insensible*. C'est ce que Magendie appelait la *sensibilité sans conscience;* et il faudrait rapprocher ses manifestations de celles de la sensibilité générale, alors que cette dernière est le point de départ des mouvements réflexes chez un animal décapité.

LA CIRCULATION GÉNÉRALE ET LES CIRCULATIONS VOCALES. — INFLUENCE VASO-MOTRICE DU NERF GRAND SYMPATHIQUE (1).

Messieurs,

A côté de la circulation générale découverte et décrite par Harvey, on peut démontrer qu'il y a des circulations locales propres à chaque organe, qui font que les mouvements des liquides y sont jusqu'à un certain point indépendants de ceux qui s'accomplissent dans les organes voisins. C'est à l'étude de ces circulations locales que nous nous attacherons plus particulièrement : car les modifications qu'elles présentent peuvent seules rendre compte de la plupart des phénomènes pathologiques.



Établissons d'abord les termes de la question qui va faire l'objet de nos recherches :

Il y a un cœur qui pousse le sang dans un système continu de vaisseaux, et la circulation générale est le mouvement du sang sous l'influence de l'impulsion cardiaque. Cette impulsion a pu être évaluée chez les mammifères à une pression capable de soulever une colonne de mercure de 150 millimètres environ en moyenne. Notons toutefois que les limites physiologiques de cette pression peuvent varier considérablement.

(1) 26 janvier 1859. — Leçon recueillie par M. le docteur Aug. Tripier et publiée dans la *Clinique européenne* du 3 septembre 1859.

D'abord, cette pression du sang dans le système circulatoire, ou plutôt dans le système artériel, est-elle la même dans toutes ses parties?

On a soutenu l'affirmative, bien que, *à priori*, cela dût paraître impossible. Cependant il répugnait à certaines personnes d'admettre que la pression pût être différente et que le sang fût distribué à un muscle intercostal, par exemple, sous une pression plus forte qu'à un muscle du pied. Certaines expériences semblaient d'ailleurs devoir confirmer cette manière de voir. Depuis, des recherches instituées autrement ont montré que la pression du sang diminue à mesure qu'on s'éloigne du cœur. Les expériences que nous avons faites avec notre manomètre différentiel ne permettent de conserver aucun doute à cet égard; avec cet instrument, les expériences comparatives sont nécessairement faites dans un même moment, condition indispensable à laquelle ne satisfaisaient pas les manomètres simples. La pression déterminée par l'impulsion cardiaque est donc variable : elle diminue à mesure qu'on s'éloigne du centre circulatoire.

Cependant nous verrons plus loin que le sang n'en arrive pas moins à tous les organes avec une même pression; mais les conditions qui doivent être remplies pour assurer ce résultat, sont déjà beaucoup plus complexes que celles dont on a tenu compte dans les investigations dont les phénomènes circulatoires ont été jusqu'ici l'objet.

On a bien donné une description générale des phénomènes de la circulation capillaire; mais c'est une question à remettre à l'étude. La circulation capillaire doit

être observée, non d'une manière générale, mais dans chaque organe en particulier et à des moments divers. Les différences qu'elle présente dans les conditions variées sont dans la nature même des choses : elles sont relatives à tous les individus et à tous les âges.

Dans le développement du système vasculaire, le développement des organes de la circulation générale précède celui des organes de la circulation capillaire ou locale. En suivant le développement d'animaux transparents, de certains poissons, par exemple, on a vu d'abord l'aorte s'aboucher à plein canal avec la veine cave : les deux vaisseaux forment une anse. C'est la circulation générale dans toute sa simplicité : les organes n'existent pas encore. Pour les arcs branchiaux même, on voit le sang passer librement et facilement du bulbe aortique à l'aorte dorsale sans que la pulsation se perde. Plus tard, sur cette large communication, se greffent des capillaires qui font peu à peu cesser la transmission de la pulsation.

La circulation locale n'apparaît qu'avec le développement des tissus. Aussi les colorations qui dans les planches d'anatomie font distinguer le sang veineux et artériel du fœtus en donnant une teinte bleue au premier et rouge au second, sont-elles tout à fait conventionnelles. Lorsque le système capillaire n'existe pas, le sang a partout la même couleur; et l'on voit déjà des artères et des veines avant qu'il y ait réellement du sang artériel et veineux. Les modifications qu'éprouve le sang sont consécutives à la formation du véritable tissu capillaire dans lequel le sang se met en contact avec l'élément histologique de l'organe.

Chez l'animal complètement développé, les circulations locales sont placées sur le trajet de la circulation générale comme les peignes des branchies sur l'arc branchial des poissons ; il en résulte une dérivation du sang qui gêne et ralentit la circulation générale, mais non assez pour l'interrompre. Cette dérivation se fait dans des conditions telles que l'organe peut conserver pendant un certain temps le sang qui lui est nécessaire sans que la circulation générale soit entravée. A dater du moment où le sang pénètre dans le réseau capillaire d'un organe, ce sang appartient jusqu'à un certain point à l'organe; il est momentanément distrait du grand courant circulatoire.

J'ai dit précédemment que chaque organe pouvait modifier la pression et la rapidité du sang qui lui arrive. Ici il est nécessaire de préciser. L'organe ne peut augmenter la pression, puisque l'agent d'impulsion est unique, commun à tous les organes. La variation de pression d'un liquide mû par un propulseur toujours sensiblement le même, ne peut donc être qu'à la condition d'une diminution de cette pression. C'est, en effet, ce qui a lieu : le système capillaire peut diminuer la pression et la rapidité d'écoulement du sang qui lui arrive. Tous les organes diminuent la pression artérielle : ils peuvent dans certains cas la diminuer assez peu pour que la pulsation se transmette jusque dans les veines.

Chez l'animal développé, avons-nous dit, le réseau capillaire est interposé aux deux ordres de vaisseaux; il se greffe sur l'arc artérioso-veineux. Se substitue-t-il à la communication directe pour donner passage à toute la masse du sang? Se substitue-t-il à la voie de communi-

cation originelle ou ne fait-il que s'ajouter à elle? On sait aujourd'hui que les deux résultats se produisent à la fois, qu'il y a deux ordres de vaisseaux capillaires : les uns, relativement larges, conservent en partie les voies de communication primitives; les autres, extrêmement ténus, baignent chaque cellule et constituent le réseau nutritif propre de chaque organe.

J'avais autrefois constaté ce fait dans le foie : certains rameaux de la veine porte s'y anastomosent directement avec des rameaux des veines sus-hépatiques et assurent la circulation générale indépendamment de la circulation capillaire. On a vu la même chose pour la rate qui offre des communications directes des artères aux veines en même temps qu'un système capillaire formant diverticulum et assurant le séjour du sang dans l'organe. Récemment, M. Virchow a constaté dans le rein cette disposition qui permet à une partie du sang de passer directement des artères dans les veines, tandis qu'une autre traverse les corpuscules de Malpighi.

Dans tous les organes il y a des vaisseaux qui retiennent le sang et d'autres qui le laissent passer directement. Il ne faudrait donc pas croire que tout le sang qui a traversé un organe, rein, poumon, foie, etc., a servi à sa fonction : une partie seulement est dans ce cas; l'autre a passé sans être modifiée : elle n'a servi qu'à entretenir le phénomène mécanique de la circulation. Cette disposition permet de comprendre comment les phénomènes de la circulation générale sont constants, permanents, et comment il existe à côté d'eux des phénomènes circulatoires qui sont essentiellement variables ou intermittents.

Ces variations des circulations locales sont directement liées à l'influence du système nerveux. Celui-ci crée dans chaque organe, avec une impulsion unique, une pression et des conditions circulatoires particulières. Il est un point de physiologie relatif à l'étude de l'influence des circulations locales sur certaines fonctions qui a été examiné sans qu'on ait tenu compte de l'action locale du système nerveux; aussi les observations faites n'ont-elles pu servir à conclure. On s'était demandé si, dans les organes sécréteurs, la sécrétion n'avait pas lieu plus abondante sous l'influence d'une pression plus considérable du sang. Les expériences de Ludwig l'ont amené à conclure que cela n'avait lieu que pour certains organes. Il avait engagé un manomètre dans le conduit parotidien : l'écoulement de la salive faisait monter le mercure à 100, 150 et même jusqu'à 300 millimètres sans qu'un autre manomètre placé dans une artère voisine accusât dans la pression du sang une augmentation correspondante. L'expérience montre clairement que la pression peut être plus forte dans le conduit excréteur que dans l'artère; mais elle est insuffisante pour démontrer que la pression n'augmente pas dans la glande, car c'est sur les vaisseaux mêmes de celle-ci qu'il eût fallu la mesurer pour pouvoir juger des rapports qui peuvent exister entre elle et l'activité de la fonction des organes sécrétoires.

Malgré la solidarité organique établie par la circulation générale, la circulation capillaire locale crée donc à chaque partie une sorte d'indépendance physiologique dans laquelle nous trouverons l'explication de son indépendance

pathologique. Cette circulation s'effectue, comme nous l'avons dit plus haut, par deux ordres de vaisseaux capillaires : les uns, volumineux, constituant une sorte d'inosculation des artères et des veines; les autres, excessivement ténus, qui assurent le séjour, dans l'organe, du sang qui doit le nourrir. Nous verrons que, tandis que la circulation générale constitue une condition mécanique constante ou à peu près, la circulation locale, circulation chimique, éprouve des alternatives d'activité et de lenteur en rapport avec l'accomplissement des fonctions.

Le réseau capillaire proprement dit, outre la communication plus ou moins facile qu'il établit entre les vaisseaux artériels et veineux, met encore en rapport les voies circulatoires sanguines avec l'origine des voies lymphatiques. La communication entre les artères et les lymphatiques n'a pu être jusqu'ici constatée anatomiquement; il n'en est pas moins certain qu'elle existe : des preuves physiologiques l'établissent d'une manière irréfutable. C'est ainsi que pendant longtemps on a cru à une communication par continuité entre les vaisseaux de la mère et ceux du fœtus; on sait aujourd'hui qu'il y a communication par simple contact, communication qui permet le passage des fluides. Je crois à une disposition semblable du réseau capillaire sanguin et des radicules du système lymphatique : le passage des globules ne peut s'effectuer de l'un à l'autre; mais celui des matières solubles est facile.

L'existence de cette communication peut d'ailleurs être établie expérimentalement d'une façon très nette : les substances injectées dans le sang, le prussiate de potasse, par exemple, passent dans les lymphatiques où il est facile

de les retrouver au bout de très peu de temps. Or, elles ne peuvent avoir pénétré dans les vaisseaux que par la périphérie, puisque, injectées dans les artères, elles reviennent par les veines et par les lymphatiques.

Dans le réseau capillaire, nous devons donc admettre qu'il y a communication des artères avec les veines et les lymphatiques, communication directe avec les veines, probablement par endosmose avec les lymphatiques. Cette dernière, impossible à constater anatomiquement, est d'une démonstration facile par l'expérimentation physiologique.

On a signalé d'autres capillaires d'un ordre particulier qu'on a appelés vaisseaux séreux, capillaires trop ténus pour que les globules puissent les pénétrer. Ces vaisseaux sont admis par quelques anatomistes et rejetés par d'autres. Néanmoins on admet généralement leur existence dans la cornée; là l'injection cadavérique les pénètre et montre qu'ils sont terminés en anse. On pense que l'inflammation aurait pour effet de les élargir et de leur permettre d'admettre les globules. Je ne m'arrêterai sur ces vaisseaux séreux que pour signaler un cas dans lequel ils m'ont paru évidents : sur l'amnios des veaux on voit des vaisseaux séreux ne contenant qu'une matière transparente, vaisseaux faciles à injecter, mais qui n'admettent pas de sang.

Avant d'aller plus loin, je dois vous rappeler quelques détails anatomiques relatifs à la structure des capillaires. Les vaisseaux capillaires font suite aux artères qui, à mesure qu'elles s'éloignent du cœur, perdent certains de leurs attributs. Les artères sont des tubes élastiques (tissu élastique) et contractiles (tissu musculaire), d'une contractilité très obscure. A mesure que les artères se divisent

et diminuent de calibre, la propriété contractile de leurs parois augmente en même temps que leur élasticité devient au contraire plus faible. Dans les très petites artères, l'élasticité des parois disparaît donc pour faire place à une autre propriété extrêmement importante : la contractilité mise en jeu par des influences nerveuses spéciales. Bien que ces canaux soient encore des artères, je les regarde comme des organes nouveaux : des fibres musculaires de la vie organique parfaitement reconnues contribuent à les former avant qu'ils soient arrivés à se diviser en capillaires. Plus loin, dans les capillaires, on trouve encore un épithélium particulier qui continue celui des gros vaisseaux. Plus loin encore, la contractilité a disparu : le vaisseau n'est plus représenté que par une membrane excessivement fine. Quant à son parcours, il est variable mais caractéristique suivant les organes, à tel point que Bœres pensait qu'on pouvait arriver à reconnaître à quel organe appartient un fragment donné de tissu, d'après la seule disposition de ses capillaires. Cette variété de forme était sans doute nécessaire pour permettre aux capillaires d'enlacer les divers tissus organiques. On peut donc considérer ceux-ci comme baignés par le sang. Dans les animaux inférieurs, on voit des lacunes, sortes d'épanchements sanguins dans lesquels baignent les tissus. Ces lacunes sont toutefois revêtues d'une membrane qui les fait une dépendance du système vasculaire : le contact permanent du sang et des tissus est réalisé par cette disposition. J'ai appris tout récemment que Hirtl, de Vienne, avait vu que dans le cœur de la grenouille il n'y a pas de vaisseaux coronaires, mais des lacunes dans

lesquelles le sang s'introduit directement par les anfractuosités du tissu pour baigner la fibre musculaire.

Tout prouve donc que les capillaires finissent par n'être plus qu'une simple membrane séreuse, membrane sans structure dans laquelle sont disséminés des corpuscules. Ces corpuscules sont regardés comme des corpuscules du tissu conjonctif.

Dans le réseau capillaire, on trouve donc deux ordres de canalicules : 1° un canal contractile qui continue l'artère ; 2° un réservoir séparé des organes par une lame conjonctive mince ; l'épithéliun a disparu, comme cela a lieu partout où des contacts nutritifs doivent avoir lieu, notamment dans les vésicules qui représentent l'extrémité terminale des bronches. Quant au contact du sang avec les tissus, il est toujours médiat ; c'est un point qu'il importe de ne pas perdre de vue, la question de la paroi ne devant pas être négligée, car elle peut être elle-même la cause de troubles fonctionnels. Plus loin, l'épithélium renaît, et, petit à petit, la veine se forme. Le système capillaire marque donc réellement, au point de vue de la structure, une solution de continuité entre les artères et les veines.

Je n'insisterai pas davantage sur l'anatomie des organes qui nous occupent : ce qui précède suffit à l'intelligence des phénomènes que nous allons avoir à étudier.

L'histoire de la circulation capillaire est de date toute récente. Avant de l'aborder, nous devons vous dire comment on avait compris d'abord certains phénomènes qui s'y rattachent.

A l'extrémité la plus reculée des vaisseaux artériels,

nous avons vu les capillaires réduits à une paroi celluleuse extrêmement mince qui sépare le sang des organes comme la membrane des vésicules pulmonaires le sépare de l'air dans le poumon. Quant à la circulation du sang dans ces canalicules, elle n'est pas indépendante de la circulation générale, en ce sens que, si l'on fait cesser l'action du cœur, la circulation capillaire sera bientôt arrêtée. Il y a donc une double influence : l'influence générale et l'influence locale.

La première est une pression moyenne de 150 millimètres en vertu de laquelle le sang est poussé jusque dans les organes. Là se produit un ralentissement qui supprime les saccades de l'ondée sanguine : ce ralentissement, comme nous le verrons, varie avec les organes et suivant les circonstances.

Or, on a cité des cas de perturbation des phénomènes circulatoires dans lesquels le pouls se propageait des artères dans les veines. J'ai observé moi-même des pulsations isochrones à celles du pouls artériel dans les veines du dos de la main et du bras. (Il n'est pas question ici, bien entendu, du pouls veineux par reflux, qui s'observe souvent dans la veine jugulaire.) Dans les cas que je rappelle ici, il s'agissait de véritables pulsations; et ces faits ont été indiqués par beaucoup de médecins.

La cause et la nature de ces pulsations ont été longuement discutées : autrefois à l'Académie de médecine beaucoup de cliniciens (1) prétendirent que ces pulsations veineuses tenaient à ce qu'il y avait, dans les maladies qui

(1) Voyez *Bulletin de l'Académie de médecine*. Paris, 1844-45, t. X, p. 109.

les présentaient (fièvres typhoïdes, pneumonies graves), une modification de la composition chimique et de la constitution physique du sang. A cette époque, la contractilité des artères, admise théoriquement par Bichat, était généralement niée.

On ne pouvait donc songer à les expliquer que par la constitution physico-chimique du sang : on l'attribuait à une fluidité plus grande du liquide, en vertu de laquelle il traversait plus facilement le réseau capillaire. Magendie objectait avec raison que c'est précisément quand le sang est le plus fluide qu'il passe le plus difficilement, parce qu'alors il s'infiltre la membrane celluleuse des vaisseaux; et quoiqu'il n'admît pas la contractilité des capillaires, il croyait à leur dilatation lente, pensant qu'on ne pouvait pas expliquer autrement la transmission des pulsations dans les veines.

Mes recherches (1) m'ont amené à voir dans ces désordres des exemples de paralysie du système nerveux qui se distribue aux capillaires. Martin Solon (2), qui avait aussi observé des cas de pulsation veineuse, avait vu cette lésion fonctionnelle n'exister que temporairement.

Ce n'est donc que depuis ces dernières années seulement qu'on a fait intervenir les conditions physiologiques dans l'interprétation de ces phénomènes. Jusque-là on s'en était tenu aux conditions physiques : Magendie avait, dans des expériences multipliées, étudié l'influence de la consti-

(1) Cl. Bernard, *Mémoire sur l'influence du nerf grand sympathique sur la chaleur animale*. Paris, 1852.

(2) Martin Solon, *Du pouls veineux observé aux veines dorsales des mains pendant le cours de maladies aiguës*. (*Bull. de l'Acad. de médecine*. Paris, 1844-45, t. X, p. 102.)

tution chimique du sang sur les phénomènes de la circulation capillaire ; M. Poiseuille (1), continuant la tendance de Magendie, avait poursuivi ces recherches dans des expériences fort délicates ; il avait étudié en outre l'influence de la température, de la nature des parois des tubes, etc. Mais toutes ces expériences ne peuvent plus nous offrir aujourd'hui qu'un intérêt historiqne : elles ont porté sur des conditions d'une importance relativement minime, et n'ont pu éclairer complètement le mécanisme de phénomènes dont l'accomplissement est dominé par une influence d'un tout autre ordre, en ce qu'elle est essentiellement physiologique : l'action nerveuse.

Les conditions physiques de la circulation ne sont presque rien à côté des conditions physiologiques qui régissent l'accomplissement de cette fonction. C'est dans les propriétés organiques du système capillaire et dans les phénomènes nerveux qu'on doit chercher la raison des actes circulatoires, tenant compte, avant tout, de ces deux faits :

1° Les vaisseaux capillaires sont contractiles ;

2° Le système nerveux agit sur l'élément contractile.

Recherchons maintenant par quel mécanisme le système nerveux agit sur la contractilité des vaisseaux, et quels faits ont conduit à reconnaître que le nerf grand sympathique est le nerf des vaisseaux, présidant aux phénomènes des circulations locales.

C'est sur la partie cervicale du grand sympathique que son action circulatoire a été démontrée. Toutefois elle y était restée longtemps inaperçue. La première expérience qui ait été faite sur la partie cervicale du grand sympa-

(1) Poiseuille, *Bull. de l'Acad. de médecine*. Paris, 1844-45, t. X, p. 118.

thique est de Pourfour Du Petit; elle remonte à 1720 (1). Il a noté certains effets du côté de l'œil, après avoir coupé le grand sympathique entre les ganglions cervical supérieur et cervical inférieur. Il attribuait ces effets à ce que le nerf apporte les esprits animaux de la partie postérieure de l'animal; il repoussait en même temps l'idée de Willis et de Vieussens, qui faisaient descendre le sympathique de la tête.

L'explication de Pourfour Du Petit était mauvaise; mais les faits avaient été bien observés et restèrent.

Un siècle après environ, Dupuy (d'Alfort) et Breschet répétèrent l'expérience, sans y rien ajouter.

Biffi (de Milan) la reprit (1846), et vit de plus que la galvanisation du bout supérieur du nerf coupé produisait la dilatation de la pupille.

En 1851, MM. Budge et Waller constatèrent que ce filet cervical du grand sympathique prend naissance dans la moelle, et que ses filets viennent des deux premières paires dorsales. En coupant cette origine ou la blessant, ils obtinrent les mêmes effets que ceux produits avant eux par la section du nerf dans la région du cou. Ils démontrèrent ainsi pour la première fois que le nerf symthique procède de la moelle. Depuis, M. Jacubowitsch a ajouté à ces faits la preuve anatomique de l'origine médulaire du sympathique.

Comme leurs prédécesseurs, MM. Budge et Waller ont noté les phénomènes produits du côté de la pupille. Pour les expliquer, ils admettent dans l'iris deux sortes de

(1) Petit, *Du nerf par lequel les esprits animaux montent dans les yeux.* (*Mémoires de l'Académie des sciences*, 1720.)

fibres contractiles et deux ordres de nerfs, la troisième paire et le sympathique. Les fibres radiées, dilatatrices de la paupière, seraient, d'après eux, paralysées par la section du grand sympathique, etc.

Les choses en étaient à ce point, lorsque, en 1852, je montrai que dans cette expérience l'action du sympathique n'est point limitée aux mouvements de la pupille; mais que cette action, de tout autre nature, s'étend à toutes les parties de la moitié correspondante de la tête. Tout le côté de la face correspondant à la section du sympathique devient plus chaud, plus vasculaire. Du côté où a été faite l'opération, il y a non seulement élévation de température et vascularisation plus grande, mais l'impulsion sanguine est plus forte que du côté opposé; on peut très bien le voir sur les chevaux, soit directement, soit à l'aide d'un manomètre. Voilà donc une lésion nerveuse qui a profondément modifié la circulation dans toute une moitié de la face.

Si l'on vient alors à galvaniser le bout supérieur du nerf coupé, tout change; les choses redeviennent ce qu'elles étaient avant la section, et même le but est dépassé, car on peut, par la galvanisation, arrêter complètement la circulation.

C'est sur cette expérience fondamentale que s'appuient toutes les explications par lesquelles on a cherché, depuis quelque temps, à rendre compte du mécanisme de la circulation capillaire. Nous aurons à discuter quelques-unes de ces explications; mais il est nécessaire que nous examinions d'abord les vaisseaux en tant qu'organes contractiles, et le sympathique comme nerf vaso-moteur.

LA CIRCULATION GÉNÉRALE ET LES CIRCULATIONS LOCALES. — INFLUENCE VASO-MOTRICE DU NERF GRAND SYMPATHIQUE (SUITE) (1).

MESSIEURS,

La contractilité des petites artères existe comme celle des muscles, indépendamment de l'action des nerfs, qui ne joue vis-à-vis d'elle que le rôle d'excitant; elles se resserrent ou se dilatent en vertu de l'élément contractile que renferme leur tissu. Quant à cette propriété, elle peut donc s'exercer de deux manières, soit directement, soit ndirectement, par l'intermédiaire du système nerveux.

Certains modificateurs peuvent mettre en jeu la contractilité des vaisseaux en agissant directement sur eux, et influencer ainsi les phénomènes de la circulation capillaire. Le froid et la chaleur paraissent dans ce cas. Déjà, sur le mésentaire d'une grenouille placé sous le microscope, M. Poiseuille avait vu le froid produire un resserrement des vaisseaux, avec ralentissement de la circulation. La chaleur produit un effet inverse : elle dilate les vaisseaux et active la circulation.

On peut assurément admettre que la température am-

(1) 6 février 1859. — Leçon recueillie par M. Aug. Tripier et publiée dans la *Clinique européenne*, 4 février 1859.

biante a une influence notable sur la circulation des parties exposées à l'extérieur; quant aux organes intérieurs, qui ne sont pas en rapport avec le milieu environnant, c'est le système nerveux qui doit avoir le principal rôle dans les modifications de leur circulation capillaire.

Anatomiquement et physiologiquement, le système sympathique ne diffère pas essentiellement du système cérébro-spinal. Il se comporte toutefois différemment en présence de certains excitants. Ainsi l'excitation volontaire n'a d'action que sur le système cérébro-spinal. En outre, l'action des excitants se manifeste en général plus rapidement sur le système cérébro-spinal que sur le système sympathique. L'excitation du système cérébro-spinal détermine, dans les muscles qu'il anime, des mouvements brusques, qui cessent avec l'excitation qui les a produits; tandis que les mouvements vermiculaires et lents des muscles animés par le système sympathique ne se montrent pas immédiatement et se prolongent quelque temps après que l'excitation portée sur leurs nerfs a cessé d'agir. C'est ce qui a lieu pour les nerfs vaso-moteurs : la galvanisation du bout périphérique du filet cervical coupé fait contracter les vaisseaux de l'oreille avec une certaine lenteur; mais leur contraction persiste quelque temps après la cessation de la galvanisation.

Relativement à leurs propriétés, l'examen comparatif de ces deux parties du système nerveux offre un grand intérêt. Nous vous avons dit que les nerfs cérébro-spinaux étaient sensibles, tant par le fait de leur jonction avec les racines sensitives à l'origine que par voie récur-

rente, en raison de leur mélange périphérique avec les fibres sensitives.

Le grand sympathique possède les deux ordres de sensibilité. Il présente la sensibilité récurrente : en coupant par exemple les filets de ce nerf qui se rendent à la glande sous-maxillaire, on trouve que les deux bouts sont sensibles ; le bout supérieur tient sa sensibilité du filet mylo-hyoïdien de la cinquième paire, comme on peut s'en assurer en le coupant.

Quand on interroge la sensibilité du sympathique dans les ganglions de l'abdomen, on la trouve très obtuse à la simple excitation mécanique, tandis qu'elle se manifeste très vive sous l'influence d'autres excitations ; mais c'est là un sujet sur lequel nous reviendrons. Je dois encore signaler, au sujet de la sensibilité de la portion abdomibale du grand sympathique, un fait que j'ai observé sans l'avoir encore expliqué. Je viens de vous dire que la sensibilité du sympathique abdominal au contact ou à l'attrition était obtuse dans les circonstances ordinaires; or, quand on coupe les deux pneumogastriques, cette sensibilité se manifeste souvent beaucoup plus vive.

Nous devons rechercher maintenant si les ganglions ont une influence propre sur les actions vaso-motrices qui sont sous la dépendance du grand sympathique. L'expérience ne nous a donné jusqu'ici que des résultats partiels qui ne permettent pas de conclusion générale.

Sur un lapin, j'ai mis à nu la partie inférieure de la région rachidienne cervicale et supérieure de la région dorsale. Les nerfs étant à nu, on n'observait aucune différence dans les deux côtés de la tête de ce lapin.

J'ai fait alors la section des racines postérieures des deux premières paires dorsales; rien n'a été changé dans l'état de la tête de l'animal. Alors les racines antérieures des deux mêmes paires ont été coupées d'un côté : immédiatement il y a eu de ce côté rétrécissement de la pupille, vascularisation et calorification de la moitié correspondante de la face. Après la section d'une seule de ces racines antérieures le phénomène s'était produit, mais moins prononcé. La section des paires supérieures et inférieures n'a rien changé. Alors on a coupé le nerf sympathique au-dessus du ganglion cervical inférieur. Rien encore n'a été changé; les troubles fonctionnels sont resté ce qu'ils étaient après la section des racines antérieures des deux premières paires dorsales. La conservation des ganglions ne semble donc pas ici avoir exercé aucune influence sur l'état de circulation. Mais c'est là un résultat qu'il ne faudrait pas généraliser; car je vais citer un fait dans lequel le ganglion semble au contraire jouer un rôle appréciable.

— Le ganglion cervical supérieur envoie un filet à la glande sous-maxillaire. En coupant le nerf au-dessous de ce ganglion, on n'accélère pas la circulation de la glande. Mais si l'on vient à couper le nerf au-dessus du ganglion, on amène dans la glande une grande vascularisation avec la rapidité plus grande de la circulation dans cet organe, etc. On obtient donc des résultats bien différents dans les deux cas.

Suivons maintenant, dans les différentes parties, l'influence vaso-motrice du nerf grand sympathique. Dans la tête, nous voyons sa section suivie d'une élévation de

température, d'un accroissement de l'activité circulatoire, d'une accumulation de lymphe plastique dans le tissu cellulaire et d'une exagération de la sensibilité et de l'irritabilité musculaire.

Étudions d'abord cette expérience pour saisir le mécanisme des modifications fonctionnelles qu'elle offre à observer. Chez le cheval, le lapin, le cochon d'Inde, etc., le sympathique peut s'isoler du pneumogastrique. Chez ces animaux, on voit, consécutivement à sa section dans la région du cou, les phénomènes indiqués plus haut se produire comme sur les animaux chez lesquels le sympathique et le pneumogastrique sont étroitement unis. Toutefois il est préférable d'étudier chez les premiers les effets de la section de ce nerf.

1° On note une élévation de la température dont l'observation est surtout facile sur les oreilles des lapins.

La température de ces animaux, dans les parties les plus chaudes, est de 38 à 40 degrés. La température des oreilles est moins élevée ; on la trouve beaucoup plus basse en hiver. Dans la saison froide, on verra la température de l'oreille, qui était primitivement de 15 degrés par exemple, s'élever après la section du filet cervical du grand sympathique à 25 ou 30 degrés. L'été, on trouvera une différence moindre entre les températures prises dans l'oreille avant et après l'opération. Si ces observations thermométriques se faisaient sur un animal placé dans une étuve à 38 degrés, on ne trouverait pas de différence : la température de l'oreille ne s'élève jamais au-dessus de la température propre de l'animal prise dans le cœur ou dans le rectum. Si l'on examine alors quelles

modifications sont survenues dans la circulation, on voit que son activité est accrue au point que la pression du sang a considérablement augmenté dans les capillaires. Bien que la pression du sang ne reconnaisse toujours qu'une cause unique, l'impulsion du cœur, elle a néanmoins éprouvé une augmentation locale.

Ce fait a été constaté sur les chevaux au moyen de mon hémodynamomètre différentiel. — Sur un cheval, on a découvert les deux artères coronaires labiales. Le manomètre, appliqué séparément sur chacune d'elles, a accusé une pression de 160 à 180 millimètres de mercure, la même des deux côtés.

On a coupé alors le nerf sympathique à gauche, dans la région moyenne du cou; la pression a augmenté de ce côté de 40 millimètres. — Sur un autre cheval, la pression est parfaitement égale dans les deux artères coronaires labiales; elle est trouvée, dans ces vaisseaux, égale à 120 millimètres. La section du sympathique à droite donne de ce côté un excès de pression de 60 millimètres. Dans une troisième expérience, la section du sympathique amena du côté correspondant un excès de pression de 40 millimètres de mercure.

Comment expliquer ces faits? La pression ne peut dépendre que du cœur. On peut admettre que quand le sympathique est intact les vaisseaux sont resserrés, qu'il y a augmentation de frottement du sang contre leurs parois, et que, par suite, sa vitesse et sa pression sont moindres; tandis que, quand le sympathique est coupé, les vaisseaux se relâcheraient, et l'élargissement de leur calibre permettrait à l'impulsion cardiaque de s'y trans-

mettre plus facilement. Pour que cette explication soit admissible, il faut que la pression normale soit moindre que la pression du sang qui sort du cœur, d'une quantité qui représente la limite supérieure de l'accroissement qu'elle est susceptible d'éprouver. Afin de vérifier ce dernier point, on a pris sur un cheval la pression d'une artériole sterno-mastoïdienne fournie par la carotide. On a examiné comparativement la pression dans l'artère coronaire labiale correspondante. La différence a été trouvée de 60 millimètres de mercure en faveur de l'artère fournie par la carotide, et examinée près de son point d'émergence. La pression diminue donc à mesure qu'on s'éloigne du cœur.

Quelle est la cause de cette diminution? — Sans doute le frottement contre les parois des vaisseaux, frottement d'autant plus considérable que ceux-ci sont plus étroits. L'influence qu'exerce le sympathique peut d'ailleurs se manifester directement : Nous avons vu qu'à la suite de sa section, il y avait élargissement des artères et augmentation de la pression; nous verrons bientôt que si l'on galvanise le bout périphérique du nerf coupé, le calibre des artères se rétrécit en même temps que la pression diminue.

Si, dans les expériences qui viennent d'être rapportées, on ouvre la veine avant la section du sympathique, le sang en sort noir, en bavant. Après la section du nerf, au contraire, le sang sort par la veine rutilant, en jets saccadés : la pulsation passe des artères dans les veines. — Sur des chevaux, on a ouvert les veines coronaires labiales et introduit un manomètre simple dans ces veines;

la pression fut trouvée la même des deux côtés et égale à 30 à 40 millimètres. On a coupé alors le sympathique d'un côté; la pression a éprouvé une augmentation de 50 à 60 millimètres. En même temps on pouvait compter les pulsations qui, au nombre de 52 par minute, se voyaient dans les veines coronaires. Alors on a galvanisé le bout périphérique du sympathique coupé. La pression est descendue à 20 millimètres; au-dessous, par conséquent, de son niveau primitif. La circulation capillaire est donc réglée par le grand sympathique. Lorsqu'on le coupe, on produit un élargissement des artères et des capillaires.

Autre phénomène curieux : le grand sympathique semble agir sur les vaisseaux par les anastomoses. *Expérience.* — Nous coupons l'artère coronaire. Cette opération a pour résultat d'augmenter la pression dans le bout central. Mais notre but, dans cette expérience, est de rechercher si le grand sympathique agit sur le bout périphérique qui communique avec le bout central par des anastomoses. Or, la galvanisation du sympathique au cou a été d'abord suivie d'une augmentation de la pression du bout périphérique, bientôt suivie d'une diminution telle, que cette pression est tombée de 110 millimètres à 10 millimètres seulement. Le sympathique agit donc sur le bout périphérique de l'artère coupée. Son influence se transmet sans doute par le réseau nerveux plexiforme qui accompagne les anses anastomotiques. Quoi qu'il en soit de cette interprétation, le fait observé a une grande importance.

Indépendamment des conditions de vitesse et de pres-

sion du sang dont nous venons d'examiner le mécanisme, il reste à expliquer l'élévation de température. Peut-on expliquer cet accroissement de chaleur des parties auxquelles se distribue le sympathique coupé par une augmentation de la masse du sang qui les parcourt? — On a mis en avant cette explication exclusive, prétendant qu'il ne fallait pas voir dans cette élévation de température un phénomène de calorification propre à l'oreille. Mais je crois que c'est là une idée fausse : la section du filet cervical du sympathique n'a pas seulement modifié les phénomènes physiques de la circulation; elle a agi, indirectement sans doute, sur les phénomènes chimiques de la nutrition, et imprimé plus d'activité à la production de chaleur dont l'oreille est le siège. En effet, il y a production de chaleur partout, et l'on a établi par un grand nombre de faits que la théorie de Lavoisier, qui localisait dans le poumon les phénomènes de calorification, devait être abandonnée. Il est difficile de constater dans les parties périphériques, très exposées au refroidissement, que de la chaleur s'y produit; mais cela tient à ce que, dans ces parties, les causes de refroidissement l'emportaient sur celles d'échauffement, comme on peut s'en assurer en observant dans des conditions convenables. Opérant sur des chevaux, j'ai empêché la tête de se refroidir par le contact du milieu environnant, en l'enveloppant d'un bonnet de ouate. J'ai pris alors, avec des thermomètres de M. Walferdin, à graduation arbitraire et extrêmement sensibles, la température comparativement dans une artère et dans la veine correspondante. Dans ces conditions, on ne trouve pas, entre la température du sang veineux

et celle du sang artériel, une différence bien appréciable; mais, si l'on vient à couper le sympathique, on voit la température du sang veineux s'élever quelquefois de 0°,7 à 0°, 8 au-dessus de celle du sang artériel. Il y a donc eu augmentation absolue de chaleur du sang dans le système capillaire.

2° En même temps que ces modifications physiques qu'offrent à observer les conditions de la circulation après la section du grand sympathique, il y a des modifications chimiques fort remarquables. Le sang n'a plus la coloration habituelle du sang veineux : il est resté rutilant comme dans le système artériel. Ce changement de la couleur du sang veineux répond à une modification chimique réelle : il n'a pas subi, dans les tissus, la transformation qu'il y éprouve habituellement. La coagulabilité du sang est devenue aussi plus considérable. Si l'on fait à un cheval une saignée de la jugulaire, la coagulation a lieu lentement et le caillot noir est surmonté d'un caillot blanc fortépais. Si ensuite on coupe le sympathique, le sang d'une saignée faite après cette opération se coagule rapidement et l'on n'a qu'un seul caillot : le caillot blanc couenneux ne forme plus une masse distincte. Les phénomènes de nutrition, d'échange de matière, sont donc modifiés. Nous verrons plus tard que dans l'état pathologique, il y a lieu de tenir compte de ces altérations de nutrition liées à une condition anormale du fonctionnement nerveux.

3° Indépendamment des modifications physiques et chimiques qui viennent d'être énumérées, la section du filet cervical du sympathique amène encore dans la cir-

culation de la tête des perturbations physiologiques qui doivent nous arrêter. Nous avons noté jusqu'ici l'élévation de la température, se traduisant par de la sueur chez certains animaux (le chien et le lapin paraissent ne pas suer), sueur qu'on peut, chez les chevaux, voir couler abondamment sur un seul côté de la tête, en même temps que, par un temps un peu frais, la vapeur d'eau rejetée par les naseaux avec l'air expiré se condense plus abondante d'un côté, ou se condense de ce côté seulement.

Nous avons indiqué aussi d'une manière générale une exaltation dans les fonctions qu'accomplissent les parties dont la circulation se trouve ainsi modifiée. *La sensibilité est exaltée :* si l'on pince également l'oreille des deux côtés, on voit, du côté opéré, la douleur se manifester plus prompte et plus vive. Un autre moyen fort simple d'interroger la sensibilité, consiste à diriger sur l'œil un courant d'air qui doit avoir une certaine force pour déterminer l'occlusion de la paupière ; ce courant agit mieux après la section du sympathique. *Le ton musculaire est augmenté :* toutes les ouvertures de la face palpébrale, pupillaire, nasale, sont rétrécies du côté où a été faite la section. La commissure labiale est ramenée en avant, en même temps qu'elle est tirée en dedans, vers le côté sain. Tous ces phénomènes étant liés à l'inaction du grand sympathique, doivent disparaître si l'on vient à le galvaniser. C'est en effet ce qui a lieu : la galvanisation du sympathique produit un relâchement des ouvertures de la face qui prend un aspect cadavérique. Il y a donc exaltation des propriétés vitales sous l'influence de la section de ce

filet du sympathique, et abaissement considérable de ces propriétés sous l'influence de sa galvanisation. Si, après avoir pratiqué cette opération, on fait périr l'animal, en l'empoisonnant avec le curare, par exemple, ou en le sacrifiant par hémorrhagie, on voit le côté sur lequel avait porté l'opération survivre à l'autre : les tissus y conservent plus longtemps leurs propriétés vitales. *Les parties*, du côté où a été faite la section du filet cervical du sympathique, *résistent mieux au froid*. Sous l'influence du froid, les vaisseaux de l'oreille saine se contractent et la température s'abaisse ; tandis que du côté opéré la température se maintient assez élevée pour pouvoir offrir sur celle du côté opposé un excès de chaleur de 15 ou 20 degrés.

Tel est l'ensemble des symptômes produits par la lésion que nous étudions aujourd'hui. Plus tard, nous reviendrons sur cet exposé, lorsque nous aurons à analyser dans leur mécanisme les phénomènes pathologiques de la fièvre et de l'inflammation.

Le grand sympathique est-il le seul nerf qui ait la propriété d'agir ainsi sur les phénomènes circulatoires? — En d'autres termes, le grand sympathique est-il l'unique nerf vaso-moteur? — C'est là une question d'une grande importance ; elle touche à l'un des points les plus intéressants de la physiologie du système nerveux : la spécialité d'action de certains nerfs. Cette spécialité de propriétés et d'influence ne peut plus être mise en question pour les nerfs de mouvement et ceux de sentiment. Quoique le sympathique manifeste surtout son influence comme nerf moteur, il est certainement doué de propriétés spéciales :

j'ai déjà fait voir autrefois que le curare n'anéantissait pas la motricité du grand sympathique aussi rapidement que celle des nerfs cérébro-spinaux. En entretenant la respiration artificielle chez un animal empoisonné par le curare, on peut conserver pendant un certain temps l'intégrité fonctionnelle du nerf sympathique, alors que celle des nerfs cérébro-spinaux est complètement détruite; il est possible de l'étudier ainsi isolément. Il y a donc, au point de vue physiologique, entre les nerfs du système sympathique et les nerfs cérébro-spinaux, une différence d'aptitudes. L'étude histologique comparée des différentes parties du système nerveux a montré à M. Jacubowitsch que les éléments du sympathique différaient aussi anatomiquement de ceux du système cérébro-spinal. Je crois donc que le sympathique est le seul nerf vaso-moteur, et qu'aucun des autres nerfs n'exerce une action analogue. Pour m'en assurer, j'ai institué un certain nombre d'expériences sur divers nerfs cérébro-spinaux. J'ai d'abord coupé la cinquième paire. Cette opération est suivie d'une perte de la sensibilité de la face avec affaiblissement de la circulation et refroidissement des parties. Quant au facial, sa section, au sortir du crâne ou dans la caisse du tympan, est toujours suivie d'une légère augmentation de chaleur; mais dans ces cas il a déjà contracté des anastomoses avec le grand sympathique. La section des racines rachidiennes m'a toujours donné des résultats négatifs. Cependant le grand sympathique naît de la moelle épinière. Mais la section des racines antérieures répondant à la région cilio-spinale (Budge et Waller), donne les mêmes résultats que la section du sympathique. En

opérant sur les racines lombaires, on observe d'autres phénomènes.

Expérience. — Sur un chien, on a coupé toutes les racines antérieures allant à la cuisse gauche. Le thermomètre placé sous la peau de la cuisse donna :

Avant l'opération	35°,5
Demi-heure après l'opération	34°,0

Au moment de cette seconde observation, on prit la température de la cuisse du côté opposé, sain : elle fut trouvée de 36 degrés. Alors on coupa du côté droit les racines postérieures, et l'on vit un abaissement de température ; mais le refroidissement fut plus fort à gauche. Ainsi, une heure après cette seconde opération, le thermomètre donna :

Cuisse droite (racines postérieures coupées)	34°
Cuisse gauche (racines antérieures coupées)	32°

On a cependant cité des expériences dans lesquelles, après la section du nerf sciatique, il y a eu augmentation de chaleur dans le membre paralysé. C'est en songeant à ces contradictions que j'avais supposé que peut-être le grand sympathique se trouvait paralysé quand il y avait refroidissement. Je fus ainsi conduit à faire la section du sympathique au cou : l'expérience me donna précisément le contraire de ce que j'avais attendu d'après mon hypothèse.

Il faudrait, pour juger de l'influence qu'exerce le sympathique sur la circulation du membre postérieur, couper d'abord les racines rachidiennes, et couper ensuite les filets du sympathique qui pourraient venir d'une origine

plus élevée et fournir des anastomoses aux nerfs mixtes en dehors du canal vertébral ; pour cela il faudrait couper le nerf sciatique en même temps que les racines. On pourrait objecter que l'opération produit un épuisement qui peut masquer les modifications qui surviendraient dans les phénomènes de la calorification. Pour me mettre à l'abri de cette cause d'erreur, ou plutôt pour voir s'il y a lieu d'en tenir compte, j'ai, à la suite de l'expérience précédente, coupé sur le même animal le sympathique au cou. Les phénomènes habituels de calorification exagérée se sont produits ; l'épuisement général déterminé par l'opération ne pouvait donc être invoqué pour expliquer les résultats obtenus du côté du membre postérieur. Les phénomènes de calorification des parties périphériques sont donc bien l'effet de la section du nerf sympathique qui a en même temps sur la circulation une modification spéciale (1).

Je dois ici signaler un fait qui va au devant d'une objection qu'on pourrait faire à l'opinion qui refuse aux nerfs autres que le grand sympathique une influence directe sur les phénomènes de calorification. Sur un lapin, auquel on a coupé le sympathique dans la région du cou, si l'on vient à galvaniser directement l'oreille correspondante, on obtient des résultats différents de ceux que fournit la galvanisation du nerf sympathique. Cela tient à ce que le sympathique peut agir par mécanisme réflexe sous l'influence des nerfs de sentiment. Sur le lapin de

(1) Voyez Claude Bernard, *Recherches expérimentales sur les nerfs vasculaires et calorifiques du grand sympathique* (*Comptes rendus de l'Acad. des sc.*, t. LV, séances des 4 et 18 août, 1er et 25 septembre 1852).

cette expérience, si l'on galvanise l'oreille qui correspond au sympathique coupé, elle s'échauffe ; si l'on galvanise l'oreille saine, elle se refroidit. Ces différences tiennent à ce que, ainsi que je l'ai montré il y a quelques années, toutes les excitations douloureuses augmentent les pulsations du cœur. Dans ces conditions, il se produit, dans l'oreille déjà plus chaude, une congestion encore plus active à laquelle ne s'oppose pas la contraction des vaisseaux. Le même résultat peut d'ailleurs s'obtenir en portant l'excitation douloureuse sur toute autre partie.

Dans l'expérience nous avons trouvé :

Côté coupé................................	28°
Côté sain..................................	26°

La galvanisation directe des oreilles a modifié ces températures ainsi qu'il suit :

Côté coupé................................	33°
Côté sain..................................	20°

Cela tient à ce que, quand on galvanise l'oreille saine, l'excitation va à la moelle, qu'elle est réfléchie par le centre nerveux et ramenée par le sympathique sous forme d'excitation motrice réflexe qui fait contracter les vaisseaux. Du côté où le sympathique a été coupé, au contraire, cette action réflexe ne peut avoir lieu. Le refroidissement ne peut plus ici se produire que par la galvanisation directe du bout périphérique du sympathique coupé.

Le filet cervical auriculaire (nerf cérébro-spinal) étant coupé et le sympathique intact, on produit le refroidissement de l'oreille en galvanisant le bout central du nerf

coupé. Le refroidissement a lieu alors par le mécanisme réflexe indiqué plus haut. Mais il arrive souvent que le lendemain le bout périphérique du nerf auriculaire étant enflammé, il y a des signes non équivoques de vascularisation dans l'oreille.

Que l'on coupe ensuite le sympathique du côté où le filet auriculaire est déjà coupé : l'excitation du bout central du filet auriculaire déterminera dans l'oreille une élévation de température. Nous avons fait prévoir tout à l'heure ce résultat en rappelant l'influence qu'exerce la douleur sur les contractions du cœur. Je crois qu'on peut expliquer de la même manière comment, après que le filet cervical du sympathique a été coupé, l'inégalité de température qu'offrent les deux oreilles augmente aussi notablement lorsque la température extérieure s'abaisse. Indépendamment de son action directe sur les vaisseaux qu'on a invoquée, je crois que le froid agit comme excitant sur les nerfs de sentiment qui en portent l'impression à la moelle épinière ; là cette impression est transformée en excitation motrice réflexe qui revient aux parties par le grand sympathique, d'où résulte le resserrement des vaisseaux et le refroidissement. Or, il est clair que cette excitation motrice réflexe ne peut avoir d'action sur les parties qui ne sont plus animées par le grand sympathique. C'est pourquoi le froid agit pour refroidir l'oreille saine, et directement et surtout par mécanisme nerveux réflexe, tandis qu'il ne peut agir que directement, par contact, sur l'oreille du côté opéré.

Il ne faudrait pas maintenant partir des faits observés du côté de la tête, à la suite de la section du sympathique

dans la région du cou, pour généraliser les conclusions que nous en avons tirées, et les étendre à tout l'organisme. Dans les autres organes, nous verrons la section du sympathique produire des phénomènes variés qui différeront quelquefois de ceux que nous avons dû noter du côté de la tête.

Avant d'abandonner les expériences qui précèdent, et de passer à l'examen des propriétés du sympathique dans les divers organes et de son rôle dans la production de certains états morbides, je dois m'arrêter un instant sur quelques vues générales qui découlent directement des faits que j'ai rapportés, et doivent faciliter l'intelligence des phénomènes morbides dans lesquels se rencontrent des anomalies de la calorification. Quand on coupe le sympathique au cou, l'excès d'activité de la circulation et l'élévation de la température qui surviennent ne doivent pas être considérés comme un accroissement absolu de l'activité fonctionnelle que peut dépenser l'organisme. Ils sont compensés dans quelque autre partie ou dans toute l'économie par des phénomènes de nature inverse. Il semble que l'organisme ne puisse disposer que d'une dose limitée d'une propriété donnée, et que, lorsque cette propriété s'exerce plus activement dans un point, elle doive diminuer dans un autre par une sorte de compensation, d'équilibration ou de transformation. La température anormale du sang est de 38 à 40 degrés dans les parties protégées contre le refroidissement. Dans les parties en rapport avec l'extérieur, elle éprouve une diminution variable avec son excès sur la température de ce milieu. Si ces conditions viennent à être changées et que la chaleur

s'élève quelque part au-dessus du degré qu'elles lui assignent, il y aura autre part une diminution correspondante.
— Quand, par suite de la section du sympathique, la température d'une oreille s'élève, la température de l'autre oreille s'abaisse. Un lapin présentait dans chaque oreille une température de 34 degrés (on observait pendant l'été) avant la section du sympathique.

On coupa alors le sympathique à droite, et l'on trouva :

A droite, côté de la section...........	37°
A gauche, côté sain........................	31°

Ce phénomène de compensation se rencontre constamment : ici la diminution est égale à l'augmentation, mais ce n'est qu'une coïncidence. Il en est de même pour la pression qui, en même temps qu'elle augmente du côté opéré, diminue du côté sain. Une même masse de sang étant poussée par un même propulseur, si la pression est augmentée dans un point, elle devra nécessairement éprouver une diminution dans les autres parties.

Les phénomènes chimiques de la nutrition, étroitement liés aux conditions mécaniques de la circulation capillaire, en suivent les variations, soit que celles-ci reconnaissent pour cause la section du sympathique, soit qu'elles dépendent d'un état morbide produisant les mêmes désordres que la section du sympathique : l'élévation de la température périphérique dans les fièvres, par exemple, notamment dans certaines fièvres graves.

Il y a alors compensation de cet excès de chaleur extérieure dans l'affaiblissement de la production de calorique d'origine interne : les fonctions hépatiques, intestinales,

principales sources de la chaleur animale, cessent de s'accomplir. La chaleur ne fait que se déplacer : elle abandonne les parties profondes pour se manifester en excès à la périphérie. Il ne faudrait pas, dans ces circonstances, que l'élévation de température de la peau fît croire à une élévation proportionnelle des organes internes : je ne reviendrai pas ici sur les faits par lesquels j'ai établi que cet accroissement de chaleur est incompatible avec la vie qu'il détruit en faisant cesser les propriétés du tissu musculaire, en produisant l'arrêt subit du cœur.

En résumé, les nerfs vaso-moteurs régularisent la circulation capillaire. Mais ils jouent encore un rôle important dans la production de la chaleur animale. Ils sont des nerfs calorifiques et frigorifiques, en ce sens que leur influence amène dans les organes, tantôt une augmentation, tantôt une diminution de température. Je considère cette dernière action comme indépendante des modifications de la circulation qui peuvent se manifester en même temps, et peut-être seulement d'une manière consécutive à la température produite. En effet, j'ai vu l'influence calorifique et frigorifique se manifester sous l'influence nerveuse sympathique dans des organes dont on avait préalablement lié les vaisseaux et intercepté la circulation. Il est bien connu que la chaleur seule dilate les vaisseaux capillaires et semble paralyser les nerfs vaso-moteurs, tandis que le froid agit d'une façon opposée. Sous ce rapport, les nerfs sympathiques et cérébro-spinaux se comporteraient d'une manière inverse.

LA MÉDECINE EXPÉRIMENTALE (1).

MESSIEURS,

Depuis dix-sept ans que j'ai l'honneur de professer au Collège de France, j'ai successivement exposé dans cette chaire les résultats de mes recherches dans la physiologie et dans la pathologie expérimentales.

J'admets en effet qu'en médecine scientifique la physiologie et la pathologie ont une méthode commune d'investigation, et sont liées entre elles de la manière la plus indissoluble. Je pense avoir contribué à établir cette vérité en fournissant par quelques-uns de mes travaux des arguments directs, puisés à la fois dans l'expérimentation physiologique et pathologique.

Nous poursuivrons encore la même idée. Je chercherai toujours à vous prouver que la médecine ne peut aspirer à prendre véritablement rang parmi les sciences qu'à la condition de se soumettre à la méthode expérimentale, commune à toutes les sciences physiques et naturelles. Par conséquent, vous comprenez de suite ce que j'entends par les mots *médecine expérimentale*, qui depuis plusieurs

(1) Cours de médecine du Collège de France (15 avril 1864). — Leçon d'ouverture (*Gazette médicale de Paris*, n° 17, 22 avril 1864).

années se trouvent indiqués sur l'affiche comme programme de notre cours. Il ne s'agit point d'un système médical nouveau, d'une manière particulière de considérer les maladies pour en déduire un traitement en rapport avec mes vues personnelles, mais ce que j'entends par médecine expérimentale, c'est simplement l'application de la méthode scientifique ou expérimentale à l'étude des phénomènes de la vie, soit à l'état physiologique, soit à l'état pathologique.

La médecine peut être considérée au point de vue pratique comme art ou comme industrie, et au point de vue théorique comme science. C'est comme science que nous devons ici surtout l'examiner. Néanmoins, ces deux faces de la médecine ont une relation nécessaire ; et elles sont inséparables dans leur évolution et dans leur but.

Comme *pratique*, les origines de la médecine se perdent, ainsi qu'on le dit, dans la nuit des temps, ce qui signifie que la médecine est aussi ancienne que l'humanité. En effet, elle est fondée sur l'instinct de la conservation qui est inné dans l'homme. L'homme, ayant horreur de la souffrance et paraissant avoir, comme un apanage exclusif parmi les êtres vivants, l'idée de la mort, a dû penser de suite à trouver les moyens d'éviter la mort et la douleur qu'il redoute, et de guérir les maladies qui l'affligent. Puis, chez les peuples civilisés, la médecine a dû devenir un levier puissant ; car partout l'idée de sa conservation accompagne l'homme et se combine avec ses autres intérêts. Aussi la médecine pratique se trouve-t-elle mêlée à la religion, à la politique, à la jurisprudence, etc. ; en un mot, à toutes les institutions

humaines. Elle a été mise au service des bons sentiments et des mauvaises passions des hommes ; elle est la compagne obligée de la charité chrétienne et de l'assistance publique; mais elle a été parfois un instrument de domination, ou même l'auxiliaire du crime. C'est elle qui a fourni aux empoisonneurs et aux criminels de tous les étages les moyens d'assouvir leur haine, leur cupidité, leur ambition ou leurs instincts dépravés.

Le médecin praticien trouve partout sa place dans la société, depuis les marches du trône jusque dans la demeure de l'ouvrier et du paysan. Il est dans une foule d'occasions le dépositaire des intérêts de l'État, dans les grandes questions d'administration publique; il est en même temps le confident des familles et tient souvent entre ses mains leur honneur et leurs intérêts les plus chers. Les praticiens habiles qui comprennent l'importance de leur profession, ont toujours beaucoup d'influence parmi les hommes qui, par amour de leur santé, sont portés à se faire les amis de leur médecin.

Comme *science*, la médecine n'existe pas encore à l'état de science constituée : elle est seulement à l'état d'évolution. Dans toutes les connaissances humaines, la pratique empirique a nécessairement précédé l'état théorique ou scientifique. La science est toujours arrivée *à posteriori* pour trouver la loi de phénomènes préalablement observés et recueillis. La loi une fois trouvée, l'empirisme s'explique, et les systèmes *à priori* disparaissent pour faire place à la théorie scientifique qui, d'une part, représente la loi des faits connus, en même temps que, d'autre part, elle imprime la direction aux recherches

ultérieures qui ont pour objet d'agrandir le domaine de la science.

En médecine, les faits n'ont guère eu jusqu'alors d'autres promoteurs que l'empirisme, et d'autres liens que ceux que leur ont imposés successivement les faiseurs de systèmes de tous les temps. Mais à mesure que les faits mieux observés se multiplient et s'accumulent, il arrive nécessairement que la science tend à se constituer et que l'autorité des systèmes et des doctrines personnelles tend à s'affaiblir de plus en plus. Aujourd'hui, en médecine, le règne des systèmes paraît être passé, et, s'il en existe encore quelques échos attardés, ils ne parviennent pas, malgré la foi et le talent de leurs auteurs, à réchauffer le scepticisme du temps.

Il en est qui considèrent que c'est là un mauvais signe; ils y voient une preuve de la décadence de la médecine. Suivant moi, c'est le contraire qu'il faut conclure. Dans les sciences, la foi est une erreur et le scepticisme est un progrès. Tous les systèmes *à priori* ou métaphysiques que les sciences ont créés dans leur époque embryonnaire doivent, plus tard, quand la science tend à se constituer, être oubliés, et disparaître comme des moyens transitoires devenus inutiles. Le progrès n'est donc pas de restaurer ou de réveiller les anciens systèmes; le vrai progrès consiste à les oublier et à les remplacer par la connaissance de la loi des phénomènes.

Aujourd'hui la médecine ne rétrograde pas; elle suit la marche de son évolution scientifique et elle avance lentement, il est vrai, mais fatalement, vers la forme expérimentale et impersonnelle qui appartient à toutes les

sciences définies. La médecine, à raison de la complexité des phénomènes dont elle s'occupe, devra être une des dernières sciences constituées. Quoiqu'elle soit encore très loin de cet état, cela ne nous empêche pas de comprendre que les systèmes médicaux ont fait leur temps, et que la médecine scientifique ou expérimentale est la seule médecine de l'avenir. C'est de ce côté qu'il faut tourner nos regards et faire converger toutes nos recherches. La science médicale, moins que toutes les autres sciences, ne saurait être le fruit des travaux d'un seul homme ou d'un petit nombre d'hommes. Nous sommes tous appelés à concourir à cette œuvre qui sera la résultante des efforts de tous. Seulement, cette somme d'efforts produira ses effets d'une manière bien plus complète, si, dès à présent, nous marchons tous dans une même voie, et suivant des principes scientifiques bien arrêtés. Ce sont ces principes, applicables à la médecine expérimentale ou scientifique, que je désire développer devant vous, cette année et dans mes cours ultérieurs.

Je vous ai rappelé bien souvent quelle est la nature de l'enseignement scientifique au Collège de France. C'est un enseignement de progrès et qui regarde toujours en avant. Tandis que dans une Faculté le professeur doit exposer la science dans son présent et se borner à donner à l'élève ce qu'elle a d'acquis et de pratique dans son état actuel, le professeur du Collège de France doit au contraire se préoccuper de l'avenir de sa science et en signaler les tendances à ceux qui désirent coopérer à son avancement. Or il est incontestable que partout aujourd'hui, en France comme à l'étranger, les progrès rapides

qui s'effectuent dans les sciences médicales sont dus à l'introduction de la méthode expérimentale qui pénètre de plus en plus dans la physiologie et dans la pathologie. Le professeur de médecine du Collège de France doit donc vous parler de cette application de la méthode expérimentale; sans cela il manquerait à son devoir et ne serait pas dans son rôle.

La méthode expérimentale a pénétré d'abord dans la physique et la chimie, parce que la science des corps bruts est beaucoup moins complexe que celle des corps vivants, et dès lors plus accessible à l'expérimentation. Il est clair que cette méthode ne pouvait parvenir dans les sciences biologiques qu'après avoir constitué les sciences physico-chimiques, qui renferment les notions indispensables au biologue pour étudier les phénomènes de la vie. Aujourd'hui le progrès est en train de s'accomplir; la méthode des sciences physico-chimiques a pénétré dans la science des êtres vivants, en commençant par la physiologie, qui est relativement simple; mais chaque jour elle s'introduit parallèlement et pénètre de plus en plus dans la pathologie.

Il importe dès maintenant de vous indiquer quelques-uns des caractères de la méthode expérimentale, afin que vous puissiez bien comprendre l'importance de son introduction dans la médecine. Elle doit en effet y produire la même révolution que dans les autres sciences et substituer à l'autorité un criterium scientifique.

Le premier caractère de la méthode expérimentale est de ne relever que d'elle-même, parce qu'elle renferme en elle-même son criterium qui est l'expérience. Elle ne

reconnaît d'autre autorité que celle des faits et elle s'affranchit de l'autorité personnelle. Il y a longtemps que les sciences physico-chimiques ont reconnu que le principe autoritaire, qui était le fondement de la scolastique, doit être abandonné. Quand Descartes disait qu'il faut ne s'en rapporter qu'à l'évidence ou à ce qui est suffisamment démontré, cela signifiait qu'il fallait ne plus s'en référer aux paroles, mais aux faits. J'aurai ultérieurement de fréquentes occasions de vous prouver qu'en méthode expérimentale, la trop grande foi dans les opinions personnelles peut avoir de grands inconvénients et constituer un véritable obstacle au développement de la science.

Quoique je ne fasse ici que vous rappeler un principe de la méthode expérimentale depuis longtemps établi dans la science, je tiens à ajouter quelques explications pour vous montrer que ce dédain de l'autorité que consacre la méthode expérimentale n'est nullement en désaccord avec le respect et l'admiration que nous vouons aux grands hommes qui nous ont précédés et auxquels nous devons les découvertes qui sont les fondements des sciences actuelles.

En effet, dans les sciences physico-chimiques, et à plus forte raison dans les sciences biologiques, les grands hommes peuvent être des modèles à imiter; mais ils ne sont jamais des promoteurs de vérités absolues et immuables. Chaque grand homme tient à son temps et ne peut venir qu'à son temps, en ce sens qu'il y a une succession nécessaire et subordonnée dans l'apparition des découvertes scientifiques. Les grands hommes peuvent être comparés à des flambeaux qui brillent de loin en

loin pour guider la marche de la science. Ils éclairent leurs temps, soit en découvrant des phénomènes imprévus et féconds qui ouvrent des voies nouvelles et montrent des horizons inconnus, soit en généralisant les matériaux scientifiques acquis et en en faisant sortir des vérités que leurs devanciers n'avaient point aperçues. Si chaque grand homme fait accomplir un grand pas à la science qu'il féconde, il ne peut jamais avoir la prétention d'en poser les dernières limites, et il est nécessairement destiné à être dépassé et laissé en arrière par les progrès opérés par les générations qui le suivent. On peut dire même que plus une voie est féconde, d'autant plus vite celui qui l'a ouverte doit se trouver dépassé et arriéré. Mais cela ne saurait diminuer en rien la reconnaissance que nous devons avoir pour ces grands promoteurs de la science.

Bacon, je crois, a comparé les grands hommes à des géants sur les épaules desquels sont montés des pygmées qui, par conséquent, voient plus loin qu'eux. On ne leur manque donc pas de respect en disant qu'aujourd'hui le premier professeur de Faculté des sciences sait plus de physique que Newton, plus de chimie que Lavoisier et plus d'anatomie et de physiologie que Bichat. On n'a point diminué la renommée de Newton en substituant la théorie des ondulations à la théorie de l'émission, ni celle de Lavoisier, en montrant que tous les acides n'étaient pas nécessairement formés par l'oxygène, comme il avait cru, ni celle de Bichat en critiquant son hypothèse des vaisseaux exhalants. Il est des erreurs qui sont en quelque sorte inhérentes à leurs temps, et que les progrès ulté-

rieurs de la science expérimentale peuvent seuls faire connaître.

La méthode expérimentale puise donc en elle-même, je le répète, une autorité impersonnelle qui domine la science; elle l'impose même aux grands hommes, et ne cherche pas, comme la scolastique, à prouver par les textes que les anciens sont infaillibles et qu'ils ont vu, dit ou pensé tout ce qu'on a découvert après eux. Chaque temps a sa somme d'erreurs et de vérités. Les progrès de la science expérimentale consistent en ce que la somme des vérités augmente à mesure que la somme des erreurs diminue. Mais chacune de ces vérités partielles s'ajoute aux autres pour constituer des vérités plus générales. Les noms des hommes disparaissent peu à peu dans cette fusion, et plus la science avance, plus elle prend la forme impersonnelle et se détache du passé.

Je me hâte d'ajouter, pour éviter une confusion qui a été parfois commise, que je n'entends parler ici que de l'évolution de la science. Pour les arts et les lettres, la personnalité domine tout, car il s'agit d'une création spontanée de l'esprit qui n'a rien de commun avec la constatation des phénomènes naturels. Le passé conserve ici toute sa valeur, parce que ces créations des arts et des lettres sont immuables dans le temps comme individualité, et ne peuvent se confondre et s'ajouter les unes aux autres.

En résumé, la méthode expérimentale est la méthode scientifique qui proclame l'indépendance de l'esprit et de la pensée. Elle n'admet pas d'autorité scientifique personnelle; elle ne reconnaît qu'une autorité imperson-

nelle, celle qui émane de son criterium même, c'est-à-dire de l'expérience. Il s'agit donc de faire pénétrer ces principes dans la médecine ; elle ne saurait devenir une science qu'à cette condition. Tous les efforts qui, en médecine, seraient tentés vers le passé et en dehors de cette direction, seraient rétrogrades ou inutiles.

Les grands hommes promoteurs de la méthode expérimentale, Galilée, Torricelli, etc., et Bacon, qui en fut le propagateur, nous ont en effet prouvé qu'en acceptant la méthode expérimentale, la science s'émancipe et doit rompre avec le passé. De même, la médecine, en devenant expérimentale, devra rompre de plus en plus avec son passé empreint des systèmes de la scolastique. Dans une science expérimentale, le présent comprend le passé, de même que le présent sera compris dans l'avenir. En un mot, pour l'expérimentateur il n'y a qu'un seul grand livre éternel : c'est celui de la nature ; il n'y a et il n'y aura jamais qu'une seule méthode pour le lire : c'est la méthode expérimentale. Telle est, en deux mots, notre profession de foi scientifique, tel est le programme de notre enseignement. Sans doute, il ne suffit pas d'entrevoir le but pour l'atteindre. Les difficultés inhérentes à la complexité des phénomènes physiologiques et pathologiques retarderont longtemps encore l'avènement scientifique de la médecine, et laisseront la pratique livrée à l'empirisme ; mais la voie est ouverte, et déjà nous pouvons, en nous y engageant, préparer les matériaux de la science future.

Le but que se propose la méthode expérimentale est le même dans toutes les sciences. Ce but consiste à ratta-

cher par l'expérience les phénomènes naturels à leurs conditions d'existence, ou autrement dit à leurs causes prochaines. On obtient par ce moyen la loi du phénomène, et l'on peut s'en rendre maître. L'expérimentateur doit donc, en médecine, chercher à déterminer les conditions d'existence des phénomènes physiologiques et pathologiques, afin de pouvoir les diriger. Cette étude expérimentale doit bannir à jamais de la médecine la recherche chimérique de la cause première de la vie, qui est insaisissable par l'expérience comme la cause première de tout autre genre de phénomènes. Par suite disparaîtront nécessairement tous les systèmes de médecine dans lesquels on personnifie cette cause première, ainsi que cela se rencontre toujours dans l'enfance des sciences.

Le but du médecin expérimentateur se réduira donc à déterminer les lois des phénomènes physiologiques et pathologiques, afin de pouvoir diriger à son gré la manifestation de ces phénomènes, comme le physicien et le chimiste dirigent à leur gré les phénomènes naturels dont ils ont étudié et découvert les lois. Seulement, cette puissance que l'homme acquiert sur la nature n'est qu'une illusion : il obéit à la loi au lieu de lui commander. Mais peu importe, pour obéir à la loi, il n'en faut pas moins la connaître.

Le but pratique de toutes les sciences est d'être utile à l'homme en dirigeant à son profit les phénomènes naturels dont elles s'occupent. De tout temps, le but pratique et le problème de la médecine ont été de chercher à conserver à l'homme la vie, qui est son bien le plus précieux.

Toutefois, ce problème a commencé par être posé d'une manière toute chimérique. L'homme a pu croire que la médecine lui donnerait l'immortalité. Une boisson de l'immortalité a été connue en Chine et chez divers peuples orientaux. Cette boisson a joué un grand rôle, surtout dans la dynastie des Tang, et il en est question comme d'un mystère pareil à celui de la pierre philosophale des alchimistes de notre moyen âge.

Nous diviserons la médecine, dit Bacon, en trois parties, que nous appellerons ses trois offices. Le premier est la conservation de la santé, le second la guérison des maladies, le troisième la prolongation de la vie. Ailleurs, Bacon met encore dans la médecine la cosmétique, c'est-à-dire la conservation de la beauté. La prolongation de la vie a donc été aussi un problème de la médecine ; nous avons, pour en faire foi, les ouvrages nombreux écrits sur ce sujet et l'*élixir de longue vie*.

Aujourd'hui la définition de la médecine s'est simplifiée et s'est réduite au second office de Bacon, l'*art de guérir*. Il est vrai que ce second office implique le premier, ce qui revient à dire que la médecine a pour objet pratique la conservation de la santé et la guérison des maladies. La médecine expérimentale, que l'on peut définir la connaissance des lois des phénomènes de la vie à l'état physiologique et pathologique, répond exactement à ces deux indications pratiques. La connaissance des conditions des manifestations de la vie à l'état normal, c'est-à-dire de la *physiologie*, amènera à maintenir ces conditions et à conserver la santé. C'est l'objet de l'*hygiène*, qui constitue ainsi la partie appliquée de la phy-

siologie. La connaissance des maladies et des conditions qui les déterminent, c'est-à-dire de la *pathologie*, amènera, d'un autre côté, à éviter le développement de ces conditions morbides, ou à les faire cesser par des mécanismes appropriés quand elles ont troublé les phénomènes normaux. La *prophylaxie* et la *thérapeutique* deviennent ainsi les parties appliquées de la pathologie scientifique.

Tous les jours la médecine expérimentale fait des progrès et recrute de nouveaux adeptes dans tous les pays. Une chaire d'histologie a été créée et des laboratoires ont été institués par l'influence d'un illustre doyen de l'École de Paris, dont le passage a été malheureusement de trop courte durée pour l'avancement de l'enseignement de la médecine en France. La jeunesse, de tous côtés, se lance avec ardeur dans les sciences modernes qui ont pour objet d'analyser les phénomènes de la vie et d'en déterminer les conditions à l'état physiologique ou pathologique. Malgré cette heureuse direction que rien ne peut plus arrêter, et qui ne fera que s'étendre de plus en plus dans la suite des générations, il ne faudrait cependant pas s'illusionner sur l'avenir de la médecine expérimentale, et se hâter par des tentatives d'application prématurées et intempestives. Les sciences expérimentales ne se constituent pas sur tous les points à la fois, et elles peuvent offrir en même temps des parties plus avancées dans lesquelles l'application scientifique est possible, tandis que le reste de la même science est dans l'obscurité et livré à l'empirisme. La médecine expérimentale se développe certainement de cette manière; et aujour-

d'hui, c'est à peine si nous apercevons quelques lueurs qui viennent nous éclairer; mais dans aucune partie nous n'avons encore une théorie expérimentale assez bien établie pour qu'elle puisse servir d'appui certain à la pratique. Cela tient à ce que la physiologie, qui est la base de la médecine scientifique, n'est pas encore assez avancée elle-même.

Le développement de la médecine expérimentale sera long pour deux raisons : d'abord à cause de la complexité du sujet, et ensuite à cause des obstacles sans nombre que la méthode expérimentale rencontrera encore longtemps dans ses applications à la science de la vie.

On peut classer aujourd'hui ces obstacles en deux ordres : les uns extrinsèques, les autres intrinsèques. Les obstacles extrinsèques, en quelque sorte en dehors du sujet, résident dans l'esprit médical actuel. Nous sommes en réalité dans un moment de transition, de scepticisme et d'hésitation. On conçoit, en effet, que l'état scientifique des esprits ne puisse pas changer subitement. Il en est chez qui le scepticisme enfante l'indécision; ils ne croient pas même à leur scepticisme, et dans leur hésitation ils soufflent le froid et le chaud en voulant allier le passé avec le présent. Mais il en est d'autres qui regardent l'application de la méthode expérimentale à la médecine comme une utopie; ils considèrent que l'observation suffit et que la *vie* ne se soumettra jamais au déterminisme expérimental, et ils se payent de mots et d'explications métaphysiques qui ne sont plus de notre temps. On en trouve de moins absolus



qui distinguent sous ce rapport la physiologie de la pathologie.

Des médecins, plus occupés de la pratique que de la théorie, sont arrivés à regarder la médecine comme une simple industrie. Ils croient qu'il faut détourner l'esprit des jeunes gens de toutes ces études théoriques qui sont pour le moment sans application, et ils soutiennent que les Facultés doivent faire des guérisseurs, c'est-à-dire instruire les élèves dans l'application de leur art, au lieu de leur donner une brillante instruction scientifique qui les laisserait dans l'embarras au lit des malades. Ce raisonnement, qui est dangereux parce qu'il favorise à la fois l'ignorance et la paresse, est doublement erroné. D'abord, la médecine scientifique ou expérimentale n'exclut pas l'empirisme ni la connaissance des moyens que la médecine pratique y a puisés jusqu'ici. Au contraire, l'empirisme a été le terrain sur lequel se sont développées toutes les sciences. Le médecin expérimentateur ne nie donc pas les faits de l'empirisme ; il les critique, les analyse, cherche à les expliquer et à en trouver la loi par tous les moyens que la science actuelle peut lui fournir. Cette tendance scientifique, qui élève l'esprit, n'empêche pas d'employer, comme le praticien, les remèdes empiriques tant qu'on ne pourra pas faire mieux. La science peut au moins servir à agir avec plus de discernement et à recueillir de meilleures observations. D'un autre côté, cette prétention de diriger l'esprit vers les applications est une très fausse direction pour les applications elles-mêmes. Il faut avoir surtout en vue de donner le goût de la science ; les applications vraies ne

pourront venir qu'après la théorie, et alors elles viendront facilement. On ne trouve, en effet, une science appliquée réelle que lorsque la théorie scientifique existe. Sans cela, tout ce qu'on fait reste à jamais empirisme, et la pratique ne peut pas prendre son essor. On a su traiter les métaux, faire le verre avant de connaître la chimie; on fabriquait des lentilles avant de connaître les lois de l'optique, mais cela n'était qu'un empirisme aveugle. Les applications de la chimie et de la physique qui nous étonnent aujourd'hui par leurs merveilles ne sont réellement devenues possibles que lorsque la chimie et la physique ont été constituées, et que la théorie est venue éclairer une véritable application scientifique. De même, les applications médicales ne prendront leur essor que lorsqu'une théorie expérimentale leur servira de point de départ.

Dans la médecine, vous devez donc, Messieurs, avoir toujours en vue deux choses : le présent et l'avenir. Nulle science n'eut jamais une pratique aussi impérieuse que celle de la médecine. Le présent vous impose des devoirs vis-à-vis des malades qui se confient à vos soins, et vous devez, faute de mieux, les traiter en utilisant avec sagesse et discernement les moyens que fournit l'empirisme; mais vous devez savoir aussi qu'il y a une science expérimentale de la médecine à constituer, et que vous êtes appelés à y concourir. Vous devez donc vous instruire dans toutes les sciences qui peuvent éclairer les phénomènes de la vie, quoique vous n'en prévoyiez pas l'application; vous ne devez négliger aucune observation, aucun phénomène vital, même les plus insignifiants en

apparence, que les praticiens appellent souvent des curiosités zoologiques. La connaissance du rôle d'un petit filet nerveux, des propriétés d'une cellule ou d'une fibre, peut devenir plus tard le point de départ des découvertes les plus fécondes. L'expérience d'Œrsted sur la déviation de l'aiguille aimantée pouvait paraître une vaine curiosité avant qu'on en trouvât la loi, dont l'application nous a donné le télégraphe électrique.

Les obstacles intrinsèques ou inhérents à la méthode expérimentale tiennent à la complexité immense des phénomènes de la vie et au nombre considérable de notions, de matériaux, d'appareils et d'instruments nécessaires pour arriver à l'analyse d'un phénomène vital.

Pour expérimenter en médecine, il faut non seulement des connaissances anatomiques précises et des moyens de vivisections pour aller découvrir et séparer les organes profonds que l'on veut observer, mais il faut encore des agents chimiques et physiques qui deviennent des instruments absolument nécessaires pour étudier et analyser les phénomènes physico-chimiques de la vie. Aussi n'est-ce que depuis la constitution de la chimie que l'introduction de la méthode expérimentale a réellement eu lieu d'une manière plus complète dans la physiologie et la pathologie. On a sans doute fait des expériences depuis bien longtemps, mais ce n'étaient guère que des vivisections spéciales, et non une méthode expérimentale régulièrement instituée. Cette méthode, en effet, ne pouvait arriver qu'après l'avènement et la constitution des sciences physico-chimiques.

Lavoisier et Laplace, dans leurs travaux sur la respi-

ration des animaux, inaugurèrent l'application de la méthode expérimentale des sciences physico-chimiques à la science des êtres vivants. Magendie, mon maître, qui fut lui-même inspiré par Laplace, a pendant toute sa vie recommandé l'expérience, et il a particulièrement contribué de notre temps à faire pénétrer d'une manière définitive l'expérimentation dans la physiologie et dans la pathologie. Aujourd'hui cette impulsion, partie de la France, s'est répandue dans tous les pays, et la médecine est décidément entrée dans la voie expérimentale.

Le laboratoire des physiologistes et des médecins expérimentateurs doit comprendre une foule de matériaux et de moyens coûteux et souvent difficiles à réunir dans certaines conditions. Les questions d'avancement de la science se compliquent dès lors de questions d'argent qui ne sont pas toujours faciles à trancher. Ce n'est pas là un des moindres obstacles que rencontre l'application de la méthode expérimentale. On a été assez longtemps à comprendre que les médecins eussent besoin d'un laboratoire comme les chimistes et les physiciens. On croyait qu'après avoir vu son malade, le médecin devait aller chercher la lumière dans les vieux livres et leurs commentaires, comme si la médecine arrivée par révélation ou par science infuse chez certains hommes devait nous être transmise par tradition. La médecine est une science expérimentale, et le médecin, en sortant de l'hôpital, doit descendre dans son laboratoire pour chercher à élucider par l'expérimentation les problèmes pathologiques qu'il a rencontrés. Je dis à dessein le médecin sortant de l'hôpital, parce que je ne voudrais pas qu'on pût croire que

j'aie jamais eu la pensée qu'on doit apprendre la médecine dans les laboratoires de physiologie pas plus que dans les amphithéâtres d'anatomie. Le véritable problème médical est dans le malade et dans la maladie ; c'est la première chose qu'il faut connaître. Par conséquent, l'observation clinique précède et subordonne les recherches expérimentales. Mais ces dernières sont indispensables pour comprendre les rapports qui relient l'état pathologique avec l'état physiologique, et pour faire connaître à la fois le mécanisme de la maladie et le mécanisme de la guérison. Je ne saurais entrer ici dans l'examen d'un sujet aussi important qui sera en quelque sorte le pivot de notre enseignement. Il me suffira de vous prévenir contre les objections banales de certains médecins qui vous diront que ce qu'on voit sur les chiens ne saurait s'appliquer à l'homme ; que les maladies sont liées à des diathèses ou à des constitutions médicales, et que chaque malade a son idiosyncrasie que jamais l'expérimentation ne pourra atteindre, etc. Il n'y a là que des mots qui cachent l'ignorance de ceux qui les prononcent, et rien de plus ; les exemples ne nous manqueront pas pour prouver ce que j'avance.

En résumé, la science n'en est plus à chercher sa voie ; elle y est engagée. Il lui faut seulement des moyens d'exécution pour travailler et avancer. Ces moyens se trouveront dans l'institution de laboratoires de médecine expérimentale suffisamment dotés. La France, sous ce rapport, a été devancée. Il existe depuis longtemps en Russie, en Allemagne, ce qu'on appelle des *Instituts physiologiques*, qui ne sont rien autre chose que des la-

boratoires dans lesquels viennent converger toutes les connaissances empruntées à l'anatomie, aux vivisections et aux sciences physico-chimiques pour élucider les phénomènes de la vie à l'état normal et pathologique. Grâce à la bienveillance de l'administration, j'ai obtenu dans mon laboratoire des améliorations utiles. Leur exécution nous a malheureusement empêché de professer pendant le semestre dernier, mais d'un autre côté leur réalisation facilitera l'enseignement expérimental que j'ai l'intention d'entreprendre cette année.

La méthode expérimentale n'est, en réalité, qu'un raisonnement ordinaire dans lequel nous introduisons comme termes les faits ou les phénomènes naturels que nous voulons élucider par l'expérience. La difficulté n'est pas dans le raisonnement, mais elle réside tout entière dans la question de savoir si les faits sur lesquels et avec lesquels on raisonne sont exacts et exempts de causes d'erreurs d'observation, sans quoi l'on ne peut arriver qu'à des conclusions erronées. Il ne suffit donc pas de dire : il faut observer et expérimenter en même temps que l'on raisonne, et appuyer toujours la conclusion du raisonnement sur une expérience ; mais il faut ajouter la condition essentielle, et dire : il faut *bien* expérimenter et obtenir des faits dans des circonstances exactement déterminées, afin qu'ils soient toujours les mêmes entre les mains des divers expérimentateurs. Or, cet art d'obtenir les faits exacts au milieu des causes d'erreurs innombrables que créent l'état pathologique, la vivisection et l'emploi d'instruments de toutes sortes ; cet art, dis-je, porte le nom d'*expérimentation*, et constitue en quelque ma-

nière la partie exécutive de la méthode expérimentale

L'expérimentation constitue donc la base naturelle et essentielle de la méthode expérimentale ; elle a une importance fondamentale dans toutes les sciences, mais nulle part autant que dans les sciences biologiques ; parce que, en effet, les difficultés de l'expérimentation augmentent toujours en raison de la complexité des phénomènes. Les jeunes gens qui désirent se livrer à la culture des sciences physico-chimiques, vont toujours pendant un certain temps dans les laboratoires pour s'initier à la pratique et se familiariser avec les procédés d'expérimentation. Malheureusement, les physiologistes et les médecins qui auraient le plus besoin de cet apprentissage et d'une préparation antérieure, s'en dispensent le plus généralement, et se croient aptes d'emblée à faire des expériences sur les animaux vivants. Aussi il en résulte que la physiologie et la pathologie sont encombrées de faits contradictoires et mal déterminés, qui retardent la marche de la science. Suivant moi, ce qui importe aujourd'hui, c'est surtout de perfectionner l'expérimentation, qui est la clef de la méthode expérimentale. Tout le monde admet maintenant qu'il faut expérimenter ; mais cela ne suffit pas, il faut encore établir quels sont les principes particuliers de l'expérimentation sur les êtres vivants à l'état physiologique et pathologique. Je suis profondément convaincu que l'on avancera ainsi considérablement les progrès de la médecine expérimentale.

L'objet particulier de mon enseignement sera donc de vous développer à l'aide d'une série d'exemples les principes de l'expérimentation au point de vue physiologique,

pathologique et thérapeutique. Nous divisons, en effet, la médecine expérimentale en trois parties : 1° la physiologie expérimentale; 2° la pathologie expérimentale; 3° la thérapeutique expérimentale. Ces trois parties de la médecine expérimentale sont indissolublement liées l'une à l'autre; cependant elles donneront lieu, relativement à l'expérimentation, à certaines considérations qui leur sont spéciales. Cette année, nous commencerons l'étude de l'expérimentation dans les phénomènes de la vie à l'état normal ou physiologique.

Vous comprenez, Messieurs, toute l'importance et aussi toutes les difficultés de l'entreprise que nous allons tenter. Un tel programme, pour être épuisé, demanderait une longue série d'années. Mais de semblables considérations ne sauraient nous arrêter; la direction que nous avons à suivre doit nous être uniquement inspirée par l'intérêt même de la médecine expérimentale qui est en voie de se constituer. Nous n'avons pas autre chose à voir que la science progressive; vous savez que c'est le rôle de l'enseignement du Collège de France.

LA MÉDECINE EXPÉRIMENTALE ET LA MÉDECINE D'OBSERVATION (1).

MESSIEURS,

Cette année, comme les années précédentes, nous devons traiter ici de la *médecine expérimentale,* et, bien que nous ayons déjà indiqué plus d'une fois le sens qu'il faut attacher à cette expression, il n'est cependant pas inutile d'y revenir chaque année dans une première leçon, pour mieux préciser l'esprit général de cet enseignement et les principes qui le dirigeront toujours.

Le but que nous poursuivons, c'est d'appliquer à la médecine les principes de la méthode expérimentale. Ce n'est donc pas un nouveau système de médecine que nous venons vous proposer, c'est au contraire la négation de tous les systèmes. Le triomphe de la médecine expérimentale aurait pour résultat de faire disparaître de la science toutes les vues individuelles pour les remplacer par des théories impersonnelles et générales solidement établies sur les faits, et qui n'en seraient, comme dans les autres sciences, qu'une coordination régulière.

Pour nous, la médecine est donc une science d'expérimentation au même titre que les autres sciences natu-

(1) Leçon d'ouverture (*Revue des Cours scientifiques,* 31 décembre 1864).

relles, physique, chimie, physiologie, etc. Cette manière de l'envisager est loin encore d'être universellement admise. Tous les jours on voit des médecins prétendre que la médecine est une pure science d'observation ; à leurs yeux, nos idées ne sont que des utopies propres tout au plus à égarer les esprits loin des études fécondes, et nous marchons dans la mauvaise voie. Pour éclaircir cette question, il convient tout d'abord de définir exactement ce qu'est une science expérimentale et ce qu'est une science d'observation, quelles différences les séparent et quelles ressemblances les rapprochent. Bien des gens, en effet, se font des idées très fausses de tout cela, et il n'est pas rare de voir des médecins eux-mêmes ne pas saisir le véritable sens de ces mots.

Dans une science d'observation, on passe en revue, on étudie, on *observe* les phénomènes, puisque c'est le mot consacré, et l'on raisonne ensuite sur eux pour découvrir les lois qui les gouvernent. La science expérimentale fait tout cela ; mais elle fait encore autre chose : après avoir déterminé ces lois permanentes qui régissent les faits transitoires, elle agit sous l'empire de ces lois pour modifier ces faits eux-mêmes ou en produire d'autres, tandis que la science d'observation ne peut pas ou ne veut pas le faire. Voilà la différence capitale, et c'est là que gît toute la question.

Le type des sciences d'observation, et celle qui le restera toujours, c'est l'astronomie ; nous ne pourrons jamais aller saisir les planètes à travers l'espace pour les soumettre à nos expériences ou modifier leurs conditions d'existence. Mais toutes les sciences terrestres étudiant

des phénomènes qui peuvent être placés à notre portée sont destinées à devenir des sciences d'expérimentation.

Ces définitions établies, que devons-nous penser de la médecine ? Si c'est une science d'observation pure, le médecin devra toujours considérer les phénomènes morbides dans l'ensemble de l'organisme qui lui est interdit de médicamenter ou de changer en quoi que ce soit ; il observera toutes les circonstances des maladies, leur influence sur le corps humain et leur issue heureuse ou malheureuse, mais là se bornera son rôle ; il ne doit pas plus agir sur le malade que l'astronome sur les astres, car il ne doit rien modifier. Voilà donc une médecine qui restera purement passive, et c'est là une conséquence nécessaire de cette manière d'envisager les choses; car définir une science, *science d'observation*, c'est dire implicitement que l'homme l'emploiera pour prévoir les phénomènes de la nature, mais ne l'emploiera pas pour agir sur eux. Quel est, en effet, l'astronome qui prétendrait jamais réformer le cours d'un astre ? Au contraire, la chimie et la physique ne se contentent pas d'observer les phénomènes, elles les modifient en se servant des lois mêmes qui les régissent; elles les maîtrisent à leur gré, et donnent ainsi naissance à toutes ces applications merveilleuses qui renouvellent l'industrie moderne et lui font prendre un si grand essor. La médecine ne peut acquérir la même puissance qu'à cette seule condition, c'est qu'elle devienne, elle aussi, une science d'expérimentation. Hors de là, le médecin peut observer toutes les circonstances des maladies ; il peut même, à toute rigueur, placer son malade dans un milieu un peu plus

favorables, mais voilà tout. En un mot, la médecine d'observation serait une médecine purement *expectante;* la médecine expérimentale, au contraire, une médecine essentiellement *agissante*.

Pour la médecine d'observation, le corps est un tout indivisible auquel on ne peut pas toucher; les maladies affectent l'ensemble de l'organisme, et c'est dans l'étude des forces de cet ensemble, préservé des atteintes de l'analyse, qu'on doit en chercher le secret. Dès lors, la physiologie, l'anatomie, la chimie et toutes les autres sciences qu'on doit appeler *sciences auxiliaires*, au lieu de *sciences accessoires de la médecine*, toutes doivent être proscrites, car elles ne rendront aucun service aux médecins. Ce n'est pas là une invention de notre part, ou une conséquence que nous tirons nous-même des théories des adversaires de la médecine analytique ou expérimentale. Ce que nous venons de dire, les médecins de l'école de Montpellier, qui se piquaient de continuer plus particulièrement les doctrines de l'école hippocratique, l'ont proclamé très hautement eux-mêmes sur tous les tons, et Rivière a même eu le singulier courage de dire que les découvertes d'Aselli et de Pecquet sur les vaisseaux lactés, comme celles d'Harvey sur la circulation, étaient de pures curiosités zoologiques qui n'importaient aucunement à la médecine. Cette énormité serait pourtant une conséquence logique de la médecine d'observation pure.

Mais au fond il est assez inutile de défendre la médecine expérimentale contre les attaques dont elle est l'objet, car la médecine d'observation pure, et dans le sens

précis du mot, n'a jamais existé et ne pouvait même pas exister. Dès qu'un malade s'est présenté, on a dû immédiatement être porté *à agir* pour le soulager. On y était poussé par des sentiments de compassion ou par la nécessité ; et c'est ainsi, dit Baglivi, que naquit la médecine. Dès les premières écoles de l'Inde, tous les médecins ont un arsenal thérapeutique. Ils ont donné des remèdes à leurs malades, et dès lors ils ont *expérimenté*, car les médicaments, qui ne sont que des poisons, modifient évidemment l'état du malade et agissent sur les phénomènes de son organisme.

La médecine *expérimentale*, c'est-à-dire celle qui agit sur le malade, est donc fort ancienne. Elle s'est montrée dès l'origine de la médecine ; seulement ce n'était alors qu'une expérimentation aveugle et instinctive. Mais alors, comment a pu s'introduire dans la science cette doctrine de la médecine d'observation que l'on oppose aujourd'hui à la médecine expérimentale ? Cela paraît d'abord difficile à expliquer, car il est évident que la première idée d'un médecin vis-à-vis de son malade sera toujours de le guérir ou au moins de l'essayer, et, pour cela, de lui donner quelque chose qui puisse modifier son état. Nous trouvons la raison de la médecine d'observation expectante dans les graves abus que peut entraîner une expérimentation, c'est-à-dire une médication intempestive et aveugle lorsqu'il s'agit de médecine.

Mais il est impossible qu'on ne voie pas bientôt qu'il est des malades qui guérissent sans être médicamentés, et qu'il en est qui meurent en étant médicamentés, et même parce qu'on les a médicamentés. Aussitôt l'observation

et la raison ordonnent de s'abstenir et de laisser le malade livré aux tendances heureuses de la nature. C'est là le premier pas scientifique dans la médecine ; et ce premier pas, nous le trouvons accompli dans la médecine grecque ou médecine hippocratique. Hippocrate reconnaît une nature médicatrice, qu'il faut observer et chercher à favoriser. Les cas mortels sont le triomphe d'une puissance opposée à celle de la nature. On a donc raison de faire commencer la médecine scientifique à Hippocrate, et cette médecine devait nécessairement se traduire par une *expectation* plus ou moins complète. Mais si l'idée qu'on peut tuer par les médicaments un malade qui aurait guéri par la nature seule se montra d'abord, l'idée contraire survint aussi plus tard, et l'on admit qu'un malade que la nature ne guérissait pas, un remède actif et énergique pouvait le guérir. De là l'apparition des *remèdes héroïques*, des *spécifiques*, des *panacées universelles* de Paracelse et autres. Dès lors l'opposition du médecin observateur et du médecin expérimentateur fut établie, l'un dirigeant les tendances de la nature, *quo vergit natura eo ducendum;* l'autre maîtrisant la nature, *medicus naturæ superator*.

La médecine expérimentale, telle que nous la concevons, n'est nullement en contradiction avee toutes ces idées; elle les admet au contraire. Nous reconnaissons qu'il vaut mieux laisser guérir un malade que de le tuer en agissant aveuglément par des médications énergiques ; mais nous reconnaissons aussi que, quand l'expérimentation a appris l'efficacité d'un remède, il vaut mieux l'employer, et nous ajoutons même que nous

trouvons que le médecin qui sauve son malade en enrayant un accès de fièvre pernicieuse avec le sulfate de quinine est bien plus puissant que celui qui observe le cours d'une fièvre typhoïde ou d'une variole qu'il ne peut pas arrêter. Seulement, la médecine expérimentale n'est que le développement méthodique de ces idées par l'application des préceptes ordinaires de la méthode expérimentale, comme cela a lieu pour toutes les autres sciences.

En effet, avant d'expliquer les lois des phénomènes naturels en expérimentant sous leur empire, il fallait d'abord découvrir ces lois, qu'on prétend manier comme un instrument docile, et pour cela observer les faits en se laissant guider par des idées plus ou moins préconçues qui constituent un véritable empirisme. La médecine a suivi à cet égard la même marche que toutes les autres sciences. Seulement, celles-ci ne rencontraient pas les mêmes obstacles et n'engendraient pas les mêmes périls. Les alchimistes ont pu calciner de père en fils, pendant des siècles, sans autre danger que de perdre leur temps et leur fortune. En médecine, au contraire, ces erreurs d'expérience ont des conséquences plus funestes, et, tout essayer, constitue un empirisme aussi aveugle que condamnable, aboutissant, en définitive, à détruire les hommes. Si la médecine a guéri des malades, elle en a certainement tué, et il est impossible de lui faire exactement sa part. Ce point de vue ingénieux a été fort bien mis en lumière par Gall dans un ouvrage, du reste, assez peu connu : *De la part de l'art et de la nature dans la guérison des maladies.*

La médecine a donc commencé nécessairement par l'observation, mais elle tend sans cesse à devenir expérimentale, comme toutes les autres sciences. Sans doute, vis-à-vis des dangers et des abus de l'expérimentation sur les malades, on a dû dire aux jeunes médecins : « Allez lentement et observez votre malade avec grand soin. Il vaut mieux ne rien faire que de faire du mal : ne donnez donc pas des remèdes dont vous ne connaissez pas l'effet. » Mais il faut bien entendre le sens et la portée véritable de ces conseils : on ne voulait point proscrire l'expérience, mais seulement les abus, qui effrayaient tout le monde ; on voulait bien que le médecin agît, mais, avant d'agir, on voulait qu'il sût ce qu'il faisait.

La médecine d'observation n'est donc que la médecine expectante, ou médecine provisoire, qu'on accepte quand on ne peut en avoir d'autre. La médecine expérimentale, au contraire, est une médecine active : c'est la seule qui permette d'agir efficacement sur le malade ; mais elle exige des connaissances préalables dont l'absence l'a rendue longtemps impossible.

Quels sont donc aujourd'hui les moyens de développer la médecine expérimentale ?

Mais, puisque la médecine expérimentale n'est pas, en définitive, autre chose que l'application de la méthode expérimentale à notre science, et que le développement de cette science a suivi les mêmes lois que le développement de toutes les autres, on peut se demander comment il se fait que la médecine ne se soit pas encore établie sur cette base solide, comme la chimie, la physique,

la physiologie et les autres sciences naturelles. Il n'y a pas, en effet, un seul médecin qui ose présenter la médecine comme une science constituée. Elle est sans doute en progrès, elle avance même, si on le veut, d'une manière fort notable, surtout aujourd'hui; mais enfin, malgré ses derniers progrès contemporains, elle est encore bien loin d'être organisée régulièrement, et il serait impossible de le prétendre, à l'heure qu'il est, sans la plus évidente illusion. Quelques médecins sont partis de là pour soutenir qu'elle ne le serait jamais. A leurs yeux, la médecine est un art, une pratique ou tout ce que l'on voudra; mais elle ne sera jamais une science. Il y a là une erreur incontestable : si la médecine est en retard sur les autres sciences, c'est qu'elle est de beaucoup la plus complexe et qu'elle les suppose toutes; elle ne pouvait s'organiser que lorsque les autres, qui sont ses auxiliaires, le seraient déjà et lui fourniraient les éléments nécessaires. Loin de nous étonner maintenant en la trouvant en retard sur les autres, nous devrions être bien plus surpris si elle les avait devancées.

Beaucoup de médecins ont proscrit l'expérimentation parce qu'elle avait conduit quelquefois à se jouer de la vie humaine; mais c'est là un abus que nous sommes les premiers à blâmer : la science doit apprendre avant tout à respecter la vie de l'homme et à laisser agir la nature seule, dès qu'elle ne peut plus se rendre un compte exact de ce qu'elle fait, parce qu'elle ne connaît pas assez les phénomènes qui se produisent et la valeur des médicaments qu'elle emploie pour y remédier. On a dit que les meilleurs physiologistes sont les plus mauvais médecins,

parce qu'ils ne donnent presque rien à leurs malades, — et l'on a prétendu même établir ainsi la complète inutilité des sciences naturelles pour l'étude de la médecine. — Mais cela signifie seulement que les physiologistes qui ont acquis la certitude qu'ils ne savaient pas ce qu'ils font, ne veulent pas expérimenter sur les hommes, et que, sous ce rapport, ils sont moins audacieux que les ignorants. Cependant il faut expérimenter pour faire avancer la médecine expérimentale. Il a fallu désagréger la matière et changer l'état des corps minéraux pour découvrir les lois de la nature minérale ; il faut disloquer les organismes et tuer des êtres vivants pour connaître les lois qui régissent la matière vivante.

Dans cet état de choses, que devons-nous faire au Collège de France ? Nous sommes en face d'une contradiction à laquelle il semble d'abord difficile d'échapper. D'un côté, pour s'éclairer sur la nature, les phases et les remèdes des phénomènes morbides, il est nécessaire de déduire dans ses expériences beaucoup de matière vivante ; de l'autre, la morale et un sentiment naturel à tout honnête homme défendent de faire ce que l'on croit mauvais, ou même simplement ce que l'on ne croit pas bon. Cette contradiction est levée aujourd'hui, et voici comment : si nous ne pouvons expérimenter sur les malades qui se confient à nous, parce que nous risquerions fort de les tuer au lieu de les guérir, il nous est permis d'expérimenter sur les animaux, et la science moderne a montré d'une manière, suivant nous, irréfutable, que les phénomènes de la vie se reproduisaient les mêmes dans toute matière vivante.

Les maladies dont l'expérimentation nous aura fait découvrir la cause chez les animaux seront donc, par cela même, appliquées chez l'homme, et nous pourrons sans danger reproduire ensuite sur celui-ci les effets que nous aurons d'abord obtenus sur ceux-là.

Par tout ce qui précède, on voit que l'objet immédiat des études de la médecine expérimentale, ce n'est pas l'homme, mais bien les animaux : l'homme n'est que le but toujours présent à la pensée, mais qui reste en dehors des expériences périlleuses.

Mais, pour que la médecine expérimentale puisse faire des progrès, il faut d'abord, avant toutes choses, développer la physiologie, car c'est de toutes les sciences celle qui est le plus immédiatement applicable à la médecine. En effet, la médecine commence toujours par l'observation clinique ; mais, une fois les phénomènes constatés, il faut aussitôt que la physiologie vienne en débrouiller le chaos en expliquant les faits intérieurs cachés sous ces apparences. Mais, à son tour, la médecine éclaire la physiologie en lui révélant toute une série de phénomènes intéressants et en lui montrant le jeu de la vie sous un jour nouveau.

Ici vient se placer une objection bien des fois représentée aux physiologistes. Pourquoi tant d'expériences, nous dit-on, puisque vous ne pouvez rien expliquer en médecine, ni la scarlatine ni la variole, ni la rougeole, etc.? Voilà une objection qui prouve chez ses auteurs l'ignorance complète de ce qu'est le développement d'une science. Et d'abord, il ne s'agit pas de savoir si nous pouvons tout expliquer, mais si nous pouvons

expliquer quelque chose. Si peu que ce soit, ce serait toujours un résultat important. Jamais les sciences ne se développent tout d'un coup : la physique, la chimie, la physiologie, bien plus avancées pourtant que la médecine, n'ont-elles pas encore une foule de points obscurs? N'en auront-elles pas toujours, et n'y a-t-il pas des mystères que l'homme n'expliquera jamais? Eh bien! il est clair que la médecine, étant la moins avancée des sciences, doit être la plus obscure. Enfin, nous soutenons que, l'état pathologique n'étant qu'une modification de l'état normal, comme nous le montrerons à satiété dans le cours de ces leçons, il faut connaître l'état normal pour comprendre l'état pathologique, et vous savez combien la physiologie, malgré tous ses progrès, reste encore incomplète sur une foule de points. Vous êtes impuissants, nous dit-on, à expliquer la scarlatine, la variole, la rougeole. Cela est vrai, mais il est vrai également que nous ne connaissons rien des fonctions de la peau où ces maladies ont leur siège. Qu'y a-t-il d'étonnant, dès lors, que nous ne puissions pas expliquer les maladies d'un organe dont nous ignorons les fonctions? Quand ces fonctions nous seront connues, il nous sera permis de rechercher comment elles peuvent se modifier ou s'altérer; mais jusque-là tous les efforts seraient vains.

La médecine expérimentale est donc la médecine qui se développe, c'est la science de l'avenir. Elle ne pouvait se développer que lorsque les autres sciences seraient elles-mêmes assez avancées pour lui fournir les premiers moyens d'expérimentation qui lui étaient né-

cessaires. Ce moment paraît venu aujourd'hui. Sans doute, nous sommes encore en plein empirisme médical; mais néanmoins il est incontestable que la médecine tend à se constituer expérimentalement, et ici, où tous les cours de sciences doivent être progressifs, et regardant l'avenir de la science, nous sommes dans notre rôle de professeur du Collège de France en aidant de tous nos efforts le développement de la médecine expérimentale.

Le plan de notre enseignement est donc tout tracé d'avance. Pour étudier expérimentalement les phénomènes que présentent les êtres vivants, la médecine expérimentale est la médecine active qui modifie l'organisme : c'est la science des médicaments ou des modificateurs. Il faut donc étudier les agents modificateurs, c'est-à-dire les médicaments ou les poisons. Au fond, c'est tout un, car il n'y a pas de médicament qui ne puisse devenir un poison à une certaine dose, et pas de poison que l'économie ne puisse supporter lorsqu'il est donné en quantité suffisamment faible. Voilà à quoi la médecine expérimentale doit s'attacher : la physiologie est maintenant assez avancée pour analyser avec avantage l'influence des agents modificateurs ou des poisons.

Nous étudierons donc les poisons, mais en les considérant à un point de vue bien déterminé. Aux yeux du médecin légiste, les poisons sont avant tout les instruments d'un crime; le toxicologue et le chimiste les étudient encore sous un aspect différent. Pour nous, ce sont *des agents capables de modifier les phénomènes de la vie et même de les faire cesser complètement.* Notre rôle consistera donc à suivre l'action de chaque poison, car

chacun produit sa maladie particulière, et nous verrons que bien des évolutions morbides ne sont le plus souvent au fond que des empoisonnements. Nous étudierons donc sous toutes leurs faces les divers mécanismes de la mort, ce qui nous initiera mieux qu'aucune autre étude aux mystères de la vie, car, en définitive, *la mort, c'est le contraire de la vie*. Toutes les définitions qu'on en peut donner se ramènent toujours à celle-là, bien qu'elle paraisse une pure naïveté; et par conséquent apprendre comment on meurt, c'est apprendre en même temps comment on vit.

Le plus grand obstacle qui s'oppose au progrès de la médecine expérimentale, c'est qu'on s'est fait longtemps et qu'on se fait encore bien souvent l'idée la plus fausse, et la plus imparfaite de la constitution générale de l'organisme. On considérait la vie comme une force qui pouvait se localiser dans un point circonscrit du corps, dans un organe ou même dans un appareil. Ainsi pour ceux qui localisent la vie sur certains points du corps, quand on pique, par exemple, la moelle allongée en un point déterminé dont la blessure entraîne une mort immédiate, il faut dire qu'on a chassé la vie qui s'était cantonnée en ce point, tandis qu'en réalité on a simplement rompu un mécanisme essentiel au jeu de l'existence chez l'animal expérimenté, mais qui pourrait très bien ne pas avoir la même importance chez d'autres. C'est ainsi que la section du nerf facial sur un homme occasionne à peine une légère difformité du visage par suite de l'altération qu'elle apporte dans le jeu de la physionomie. Chez le cheval, au contraire, cette opé-

ration est mortelle, parce que les narines s'appliquent alors l'une contre l'autre de manière à fermer toute issue à l'air, et le cheval, ne pouvant, comme l'homme, respirer par la bouche, périt bientôt asphyxié. D'ailleurs, en suivant ce raisonnement, on pourrait localiser la vie dans bien d'autres endroits encore et qui seraient même souvent fort insignifiants. C'est qu'en effet la vie réside partout dans le corps humain; son siège véritable est placé dans les éléments histologiques qui constituent les tissus, et elle n'est en définitive que la résultante de l'action de toutes les parties élémentaires. Voilà l'idée bien nette que nous donne la science moderne sur la constitution de l'organisme, et c'est cette idée qu'il faut transporter en physiologie, en pathologie, en thérapeutique pour en faire la base véritable de la médecine expérimentale.

Les poisons introduits dans l'organisme se glissent jusqu'aux éléments anatomiques dont ils modifient diversement ou suppriment même les fonctions. On peut ainsi classer les poisons suivant la nature des divers éléments histologiques sur lesquels ils agissent, et ce sera même là notre principale étude.

En effet, comme nous le disions tout à l'heure, on doit distinguer deux médecines : la médecine présente, qu'il faut connaître et appliquer tous les jours pour exercer honorablement la profession de médecin ; et la médecine de l'avenir, la médecine progressive, dont les tendances doivent être connues, parce que chacun de nous est appelé à concourir à son avancement tout en exerçant sa profession. La première est amplement enseignée

dans les facultés de médecine, où l'on y donne toutes les connaissances pratiques nécessaires au médecin, en exposant l'état actuel de la science. Ici nous supposerons toutes ces connaissances acquises et nous nous appliquerons à suivre les derniers progrès du jour, et à provoquer même ceux du lendemain, en un mot, à diriger les regards du médecin vers l'avenir. C'est par la médecine expérimentale que le médecin pourra acquérir une véritable puissance sur les êtres vivants, puissance d'autant plus légitime qu'elle s'exercera tout entière dans leur intérêt.

LE MILIEU INTÉRIEUR COMME CHAMP D'ACTION DE LA MÉDECINE EXPÉRIMENTALE (1).

MESSIEURS,

Dans notre première leçon (2), nous avons essayé de donner une idée de la médecine expérimentale, et nous l'avons définie la *médecine active*, c'est-à-dire celle qui tend à modifier les phénomènes de l'organisme dans un but de guérison, tandis que la médecine d'observation ne devrait être que purement expectante. La médecine hippocratique nous représente la médecine expectante d'observation; elle fut la première médecine scientifique. Mais la médecine expérimentale tend aujourd'hui à se constituer, parce que l'avancement des sciences de l'organisme peut commencer à le permettre.

Essayons maintenant de circonscrire le domaine de la médecine expérimentale, ou plutôt d'indiquer quel doit être son champ d'action. La médecine expérimentale doit nécessairement porter son action modificatrice dans les milieux intérieurs organiques. La médecine antique ou hippocratique ne reconnut que l'influence des milieux extérieurs ambiants, c'est-à-dire l'influence des airs, des

(1) *Revue des cours scientifiques*, 14 janvier 1865.

(2) Voyez page 418.

eaux, des lieux, etc. Pour modifier les malades, il fallait donc les tirer de ces milieux, afin de les placer dans des circonstances ambiantes plus favorables. C'est encore ce que nous pratiquons aujourd'hui en envoyant certains malades dans des résidences nouvelles où leurs maladies peuvent s'améliorer par le climat ou sous l'influence d'autres circonstances locales. La médecine antique avait donc compris déjà l'influence des milieux, et en cela elle avait grandement raison, car la vie n'est, après tout, qu'un rapport entre les organismes et les milieux.

Mais cette considération ne suffit pas, puisqu'il y a des êtres qui vivent parfaitement bien dans certaines circonstances ambiantes où d'autres se trouvent très mal ou finissent même par périr. Le milieu cosmique n'est donc pas tout, et il y a autre chose encore à considérer en médecine : c'est le milieu intérieur. Il ne faudrait pas croire pour cela que la médecine expérimentale exclut les idées de la médecine antique, et qu'elle ne tient pas un grand compte de l'étude des milieux extérieurs ; elle déclare seulement cette étude insuffisante, et y ajoute ce que la science a acquis par ses investigations dans les organismes. La médecine expérimentale, loin de repousser la médecine d'observation, n'en est au contraire que la suite et le développement naturel. Il ne pouvait d'ailleurs en être autrement. Si la science d'aujourd'hui ne représentait pas, en la continuant, la science d'autrefois, elle ne serait pas la véritable science, car la science est comme un vaste édifice dont les pierres supérieures reposent sur les pierres inférieures et les supportent

nécessairement. Chacun de nous apporte sa pierre au-dessus de la pierre de son devancier, et c'est ainsi que l'édifice s'élève tous les jours de plus en plus. Les anciens n'avaient donc pas plus d'expérience que nous, comme on semble parfois le supposer; et ce n'est point parce qu'une théorie ou une idée est ancienne qu'elle doit être considérée comme meilleure. On serait au contraire plus près de la vérité en prenant le contre-pied de ce préjugé vulgaire. L'expérience et la haute sagesse que nous avons coutume d'attribuer aux anciens sont un pur effet de l'éloignement, une illusion que l'histoire dément à chaque instant en précisant les faits. En réalité, comme l'a dit Pascal, c'est nous qui sommes les véritables anciens, parce que nous avons amassé le résultats de l'expérience des siècles, et ceux que nous appelons de ce nom représentent la jeunesse du monde avec toutes les incertitudes, les illusions et les faiblesses que comportent les débuts de l'humanité scientifique. Nous ne dirons pas que la science d'aujourd'hui est comme un homme mûr, car la science n'est pas faite; mais elle est, si vous voulez, comme un adolescent dont les forces et les connaissances s'étendent chaque jour davantage. Il est singulier que la réputation de sagesse et d'omniscience qu'on attribue aux anciens soit telle, qu'on nous les représente toujours avec des figures vénérables, une longue barbe blanche, une physionomie grave et méditative, comme s'ils représentaient une science achevée et vieillie. Ici même, dans les peintures qui ornent le plafond de cet amphithéâtre, vous voyez Aristote et Hippocrate courbés pour ainsi dire sous le poids des

ans et de la science. Si c'est un emblème de la science qu'on a voulu représenter, il aurait fallu prendre le contre-pied de ce que l'on a fait, et, au lieu de vieillards, peindre des enfants qui n'en étaient qu'à leurs premiers bégayements.

Aujourd'hui encore, beaucoup de personnes, et même beaucoup de médecins, prétendent que la médecine n'est pas une science, mais simplement un art. Comment cette idée a-t-elle pu se former? Il faut bien qu'elle ait sa raison d'être. En voici, suivant nous, l'explication. Une science, c'est un ensemble de faits dont on connaît la loi, de manière à les provoquer ou à les empêcher quand on veut. Ainsi, en chimie, on est toujours sûr de produire un corps déterminé quand on met en présence les conditions et les éléments convenables. La médecine ne comprend encore que bien peu de faits dont on connaisse la loi; il y a seulement des faits empiriques. Le sulfate de quinine guérit la fièvre, mais encore n'opère-t-il pas toujours, et nous ne savons ni pourquoi ni comment il la guérit; car, sans cela, nous n'aurions plus d'exceptions. Or, l'exception est antiscientifique, et indique toujours une ignorance plus ou moins complète des phénomènes réels. Il existe encore d'autres faits bien plus obscurs, dont un empirisme plus ou moins grossier nous a donné une certaine approximation. Alors, ce n'est plus de la science ; cela deviendrait de l'art. La science, en effet, est la même pour tous, puisqu'elle correspond à la raison, c'est-à-dire à une connaissance déterminée et absolue. L'art, au contraire, répond au sentiment et varie d'une personne à l'autre. La science s'ajoute

à elle-même, l'art s'isole et s'individualise : « *L'art, c'est moi; la science, c'est nous* », dit Victor Hugo dans son appréciation de Shakspeare. La médecine, qui a encore tant d'indéterminé, comprendrait donc beaucoup de parties où l'art, c'est-à-dire le sentiment, dirige et remplace la loi scientifique. Mais remarquons d'abord que le but de la médecine est de découvrir la loi des faits empiriques, pour les faire ainsi rentrer dans la classe des faits scientifiques. D'un autre côté, je m'élève contre cette prétention que la médecine soit un art; car si la médecine est un art, quelle sera donc l'œuvre d'art du médecin? Tout artiste a son œuvre : pour le peintre, c'est son tableau; pour le sculpteur, sa statue; pour l'architecte, son édifice; dirons-nous que l'œuvre du médecin, c'est la guérison de son malade? Sans doute, le langage du monde la lui attribue souvent, comme elle l'accuse de sa mort quand il périt entre ses mains, ce qui fait une compensation. Mais ce serait là une œuvre d'art aussi singulière que contestable. Le médecin, en effet, peut-il bien prétendre qu'il a guéri son malade? « Ce n'est pas moi qui guéris le malade, disait Hippocrate; c'est la nature. » Et bien longtemps après lui, Ambroise Paré s'écriait dans le même esprit : *Je le pansay, Dieu le guarit.* » La médecine ne saurait donc être un art; elle ne peut être qu'une science d'observation expectante laissant agir la nature, ou une science agissant expérimentalement. Tout le reste est de l'empirisme ou du charlatanisme.

Mais revenons à notre point de départ. Le premier pas à faire, avons-nous dit, dans l'étude de la médecine

expérimentale, c'est de définir sa base, c'est-à-dire le milieu intérieur au sein duquel s'accomplissent les phénomènes qu'elle a pour mission d'étudier et de modifier.

Le milieu intérieur n'est autre chose que celui dans lequel vivent les parties élémentaires de l'organisme; les influences du milieu cosmique doivent passer par le milieu intérieur pour atteindre ces parties élémentaires, et c'est ce qui arrive en effet. Nous aurons donc à tenir compte des actions extra-organiques qui se mêlent ainsi aux actions intra-organiques pour venir agir de concert sur les éléments de notre organisme.

A première vue, il semble que ce milieu intérieur ne soit autre chose que le sang; mais alors toutes les maladies auraient leur origine dans le sang, ce qui ne serait pas exact, car il peut arriver que les éléments histologiques soient atteints les premiers par des modifications pathologiques, le sang n'étant altéré que consécutivement, et pour ainsi dire par contre-coup. Cependant tout empoisonnement est d'abord un empoisonnement du sang; mais si une substance toxique ne peut agir qu'à la condition d'être introduite dans le sang, il n'en faudrait pas conclure que toute substance toxique introduite dans le sang détermine nécessairement la mort. Ainsi, l'acide sulfhydrique est sans contredit un poison, car il tue rapidement tout animal qui en reçoit une certaine quantité dans ses poumons; cependant on peut l'introduire impunément dans les veines, dans le tissu cellulaire souscutané ou dans le canal intestinal, et l'on n'observe pas de malaise chez l'animal expérimenté. Si l'hydrogène sulfuré peut entrer ainsi dans le sang, c'est qu'il circule

alors avec lui, arrive à l'oreillette droite, puis au ventricule droit, qui l'envoie aux poumons, d'où il s'échappe dans l'atmosphère, grâce à sa forme gazeuse. Au contraire, quand on l'absorbe par les poumons, l'hydrogène sulfuré arrive dans l'oreillette gauche, et passe ensuite dans le ventricule correspondant, qui le lance dans les artères. Il parvient ainsi jusqu'aux éléments histologiques, où se manifeste alors son influence mortelle. Si la substance toxique introduite dans le système veineux n'est pas volatile, elle empoisonnera alors l'animal, parce qu'elle traversera les poumons sans pouvoir s'en échapper sous forme de vapeur; mais, même dans ce cas, son action ne se produira encore que lorsqu'elle sera parvenue dans le système artériel. L'empoisonnement ne s'effectue donc jamais hors du système artériel, et cela est facile à expliquer, puisque ce système, chargé d'amener le sang aux parties, est évidemment le seul qui puisse y porter la mort aussi bien qu'il y porte la vie.

Ainsi, confondre le milieu intérieur avec le sang, c'est en donner une formule trop large; il faudrait évidemment la restreindre au système artériel. Mais en disant que ce milieu intérieur doit être restreint au seul système artériel, nous n'allons pas encore assez loin. Ce milieu est placé particulièrement à l'extrémité des artères, dans les vaisseaux capillaires qui les terminent, c'est-à-dire au milieu des parties histologiques elles-mêmes. Enfin les globules sanguins ne font point, à proprement parler, partie du sang, en tant que milieu organique : ce sont de véritables cellules nageant au milieu de la liqueur sanguine. Leur destruction ou leur

altération entraîne sans doute la mort de l'animal, mais ce n'est pas là une propriété qui leur soit particulière : tous les éléments organiques sont dans ce cas, et il suffit de la destruction de l'un quelconque d'entre eux pour que l'harmonie de l'ensemble soit renversée à tout jamais, et par conséquent la vie rendue impossible. Il y a seulement cette différence que, lorsqu'on introduit dans les artères et les veines un poison attaquant spécialement les globules du sang, de l'oxyde de carbone, par exemple, ce poison agit sur place, puisqu'il est mis immédiatement en contact avec les globules sanguins qui sont eux-mêmes de véritables éléments histologiques mobiles; tandis que les autres agents toxiques sont obligés d'aller chercher à l'extrémité du système artériel, dans le milieu intérieur ordinaire, les organismes élémentaires fixés aux tissus sur lesquels s'exerce leur action.

Le milieu intérieur, c'est donc seulement le *plasma* du sang, et, par suite, c'est dans les dépendances de ce liquide qu'il nous faudra chercher les conditions d'existence des organismes élémentaires, conditions que nous avons à déterminer. Voilà du milieu intérieur une définition au moins provisoire, qui nous suffira pour éclairer nos recherches. Ce n'est qu'en avançant dans nos études qu'il nous sera possible d'en donner une définition rigoureuse et vraiment physiologique.

Grâce à la circulation du sang, les actions toxiques peuvent être portées rapidement dans toutes les parties du corps; mais il y a aussi des actions locales. Comment comprendre ces actions locales, quand on considère le sang comme un véhicule général, sachant d'ailleurs que

le circuit est complet chez l'homme en vingt secondes environ? C'est qu'à côté de la circulation générale, toujours très rapide, il y a aussi des circulations locales bien plus lentes, qui président à ces actions nutritives.

L'action toxique et l'action thérapeutique, c'est toujours la même chose au fond; il n'y a qu'une différence de dose. Trois cas peuvent se présenter dans l'administration d'un poison : 1° action nulle, quand la dose est insuffisante ; 2° action thérapeutique avec une dose modérée et graduée ; 3° enfin, action toxique. La dose correspondant à chaque cas peut être exactement mesurée ; mais, pour cela, il faut toujours tenir compte des variations de l'absorption. Ce point a malheureusement été trop souvent négligé jusqu'ici, et c'est pour cela qu'on a observé, sans les comprendre, une foule de phénomènes très disparates, ou même tout à fait contradictoires en apparence. Ainsi, la première condition à remplir, quand on veut empoisonner un animal, c'est que le poison qu'on lui donne ne sorte pas au fur et à mesure qu'il est administré, car alors le corps de cet animal serait un véritable tonneau des Danaïdes. Si le poison est éliminé de cette manière aussi vite qu'il est pris, on aura une action nulle constante, ce qui peut se vérifier même avec les poisons les plus actifs, la strychnine, le curare, etc., employés à doses minimes. On fait ainsi passer avec le temps des quantités énormes de matière toxique à travers le corps sans y produire le moindre désordre organique. Cela tient uniquement à la lenteur de l'absorption, qui est contre-balancée par l'élimination.

Mais comment graduer et régulariser l'absorption? Voilà un problème qu'il serait très important de résoudre. On a proposé d'injecter directement les matières dans le sang; et cela a été essayé sur des cholériques, parce que l'absorption est considérablement ralentie chez ces malades. L'action médicamenteuse semblerait devoir être ainsi beaucoup plus rapide; cependant il n'en est rien, et c'est là d'ailleurs un moyen impraticable. Mais on obtient une absorption tout à la fois plus énergique et plus durable en injectant les substances, soit dans le tissu cellulaire sous-cutané, soit par la trachée, à la surface pulmonaire. Lorsqu'on injecte ainsi la substance active, il y a d'abord une action locale; puis, si la matière employée est en quantité assez considérable, la circulation s'en empare et la transporte dans les liquides qui entourent immédiatement les éléments organiques et ne possèdent qu'une circulation lente, de telle sorte que les organismes élémentaires éprouvent une sorte d'imbibition prolongée. Quand on injecte tout d'un coup la substance toxique dans les veines, elle se trouve en grande partie éliminée avant d'avoir pu produire son action. Ce n'est point là, du reste, une hypothèse qui rend plus ou moins bien compte des faits; c'est une réalité qu'il nous sera facile de vérifier par expérience.

Le médecin ne peut comprendre l'effet thérapeutique que par l'effet toxique, qui est en quelque sorte le premier à un degré plus élevé, et par conséquent bien mieux accusé : c'est seulement par ces études qu'il pourra devenir maître de son médicament et calculer avec certitude la dose convenable. Mais, avant tout, il

faut régler l'absorption, et l'on ne pourra y arriver qu'en injectant les substances dans le tissu cellulaire sous-cutané. Aujourd'hui cette méthode tend à s'introduire en médecine, et l'injection des médicaments que j'ai proposée sur la surface pulmonaire, c'est-à-dire par la trachée, est encore plus certaine et plus efficace. Le mode d'administration par le tissu cellulaire ne présentera jamais aucun danger quand les médicaments seront parfaitement purs, et l'on peut déjà invoquer à cet égard le témoignage de l'expérience, car jamais les injections sous-cutanées, pratiquées dans une foule de circonstances diverses, n'ont entraîné la moindre conséquence fâcheuse pour le malade.

Mais, avant d'étudier les phénomènes pathologiques, il faut d'abord se rendre compte de l'état normal dont ils sont une déviation. Toute la science des êtres vivants se résume donc dans la connaissance des modificateurs normaux, thérapeutiques et toxiques des éléments histologiques. Cette connaissance pourra fournir l'explication et la loi de tous les phénomènes observés. En effet, nous ne vivons et nous ne périssons que par les éléments histologiques, et chacun d'eux a ses aliments et ses poisons particuliers. Quand nous connaîtrons le mécanisme de tous ces empoisonnements divers, nous pourrons seulement comprendre les moyens scientifiques d'y remédier.

LA MÉTHODE D'INVESTIGATION DANS LES RECHERCHES DE MÉDECINE EXPÉRIMENTALE (1)

MESSIEURS,

La médecine ne peut rester une science expectante : son rôle est d'être expérimentale, et par conséquent d'agir sur le malade et de chercher tous les moyens propres pour cela. En effet, l'ambition de l'homme est la même dans les sciences de la vie que dans les sciences des corps bruts, c'est de soumettre la nature à sa puissance; mais on ne peut dominer la nature qu'en obéissant à ses lois, et pour cela il faut d'abord les connaître.

Donnons immédiatement quelques indications générales sur la méthode d'investigation la plus convenable pour ne pas avoir à y revenir à propos de chaque recherche expérimentale.

La première condition, c'est de prendre un animal vivant : il faut étudier la vie sur la vie même, car, en définitive, l'anatomie toute seule ne pourra jamais rien expliquer. On agit sur l'animal avec la substance ou le modificateur dont on cherche à déterminer les effets, et en général il faut exagérer dès l'abord les choses et produire un excès d'action, c'est-à-dire employer la dose toxique. La mort arrive alors plus ou moins rapidement,

(1) *Revue des cours scientifiques*, 14 janvier 1865.

et l'on cherche aussitôt, par une autopsie instantanée, comment elle s'est produite, en examinant avec soin comment se sont modifiées les parties histologiques. Se borner aux symptômes extérieurs serait tout à fait insuffisant, car les genres de mort les plus différents en réalité se révèlent souvent par des symptômes en apparence identiques, ressemblant en général à ceux de l'asphyxie.

Prenons pour exemple l'action du curare. C'est un poison dont on a déjà beaucoup parlé et dont on parlera beaucoup encore. Mais son étude est encore loin d'être épuisée aujourd'hui, et il nous révélera sans doute, plus tard, bien des faits ignorés jusqu'ici. Ce n'est donc point là, du reste, une assertion hasardée, car je compte vous exposer dans la suite de ce cours plusieurs expériences inédites qui mettront en lumière des propriétés nouvelles du curare et des mécanismes physiologiques jusqu'alors inconnus (1). Il ne faut jamais se lasser de revenir ainsi sur l'étude du même corps, car un seul poison complètement connu dans tous les détails de son action nous donnerait la connaissance de l'organisme entier.

Je me rappelle à ce propos une conversation que j'ai eue autrefois avec un philosophe contemporain fort connu qui désirait s'éclairer auprès de moi sur l'état de nos connaissances physiologiques. Ses demandes portant en général sur des questions de connaissance première des phénomènes, je lui répondais le plus sou-

(1) Claude Bernard, *Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses*. Paris, 1857, et *La science expérimentale*, 2e édition, Paris, 1879 : *Le Curare*.

vent que je ne savais pas. « Mais vous ne savez donc rien? s'écria le philosophe; il n'y a donc pas le plus petit point sur lequel vous ayez atteint la vérité complète d'un phénomène? — Non, répliquai-je car la vérité n'est jamais complète; elle est toujours relative, et la recherche n'est jamais finie. Si nous connaissions d'une manière complète la vérité sur un seul point, ce serait la vérité absolue, et nous devrions la connaître également sur tous les autres, parce que dans l'organisme comme dans l'univers tout se tient, et une connaissance entraîne l'autre. »

Aussitôt l'animal mort sous l'influence du poison que nous lui avons donné, nous examinons tous ses tissus au point de vue de leurs propriétés physiologiques pour déterminer celles que le poison a détruites et celles qui ont échappé à son action. Ce sont là les véritables autopsies et les seules fécondes. Les autopsies ordinaires induisent très souvent dans les plus grandes erreurs. On ne peut, en effet, les pratiquer sur l'homme que vingt-quatre heures après la mort, et au bout d'un temps aussi long il est impossible de rien constater avec certitude relativement au mécanisme de la mort; on trouve souvent des lésions qui n'ont certainement pas été la cause immédiate de la mort, qui peut-être même ne se sont produites que lorsque cette mort était déjà survenue.

La véritable autopsie est donc celle qui se pratique immédiatement après la mort. Dans l'expérimentation pathologique et thérapeutique, on cherche alors sur le cadavre encore palpitant *pourquoi* l'animal a succombé; mais il faut bien s'entendre sur ce mot. Le véritable

pourquoi des choses nous sera éternellement inconnu, et il est même absurde de se poser cette question en physiologie. Les choses sont ainsi parce qu'elles sont ainsi, et voilà tout. Est-ce dans un vif sentiment de ces limites de notre connaissance, et pour se moquer des médecins qui, ne voulant pas les connaître, posent des questions absurdes, que Molière met dans la bouche de son candidat docteur cette réponse plaisante en apparence, mais plus sérieuse qu'elle n'en a l'air : *Opium facit dormire quia est in eo virtus dormitiva cujus est natura sensus assoupire?* C'est qu'en effet on ne peut répondre autre chose. Nous disons bien aujourd'hui que l'opium fait dormir, parce qu'il contient de la morphine, de la narcéine, de la codéine, etc.; mais pourquoi ces substances elles-mêmes font-elles dormir? La question est reculée, mais elle subsiste aussi insoluble qu'auparavant. « La recherche du pourquoi des choses, ainsi que le dit Bacon, nous conduit toujours à une cause sourde qui ne répond plus à nos questions. » Toutes les sciences en sont là : quand le chimiste met en présence de l'acide sulfurique et de la potasse, il voit se former un sel, et pour expliquer le phénomène il invoque l'affinité, c'est-à-dire qu'il ne fait qu'exprimer le fait, car l'*affinité* n'est qu'un mot destiné à faciliter le langage scientifique, comme l'attraction, comme la cohésion, etc. Ce serait une complète aberration d'esprit que de vouloir y trouver l'explication d'une cause première.

Voici maintenant la grenouille que nous avons empoisonnée par le curare; elle vient de mourir à l'instant même, et nous allons voir, en l'ouvrant sur-le-champ,

si nous n'y trouverons pas des lésions organiques qui puissent nous instruire sur le genre de mort auquel elle a succombé. Si nous ne trouvons rien, nous devrons le dire franchement et avouer que la lésion qui a amené la mort correspond à un phénomène physiologique encore inconnu et que nous ne comprenons pas ; mais il n'en restera pas moins certain pour cela que la mort a une cause, bien que nous n'ayons pas su la découvrir. Admettre qu'un phénomène pourrait n'avoir pas de cause, ce serait renoncer à la science et en quelque sorte au bon sens, car la science est essentiellement fondée sur l'hypothèse de lois régulières et stables. Lorsqu'on ne trouve aucune lésion dans les organes après la mort, il est des médecins qui se sont crus obligés d'admettre une mort par disparition de force vitale. C'est là ce qu'ils appellent une *lésion dynamique*, ou une lésion de la force vitale. Ces idées sont encore exposées dans quelques ouvrages assez récents ; du moins il y a là une véritable absurdité : une force n'est pas autre chose qu'un certain rapport, une certaine relation entre une cause et l'effet qu'elle produit. Comment comprendre dès lors qu'elle puisse subir des lésions ? Qu'un fil vienne à se casser dans un appareil électrique qui nous sert, et le courant ne passera plus. Dirons-nous qu'il y a eu lésion ou maladie de l'électricité ? Supposer une lésion ou une maladie de la force vitale n'est pas une chose moins ridicule, et, de plus, c'est une idée tout à fait contraire au progrès des sciences, car en ayant l'air de satisfaire l'esprit par une solution apparente, elle l'empêche de chercher la solution véritable.

Mais ces lésions organiques qui sont dans la plupart des cas la cause immédiate de la mort, où devrons-nous les chercher? Dans deux endroits distincts, d'abord dans les tissus, ou plutôt dans les éléments histologiques dont la texture peut être modifiée. Mais tout n'est point là, car la vie suppose nécessairement un organisme, un milieu et un rapport normal entre cet organisme et ce milieu. Or, la lésion organique produisant la mort peut exister tout aussi bien dans le milieu qui entoure chaque élément que dans la texture de cet élément lui-même. Cette distinction est très importante, car il y a des poisons dont la mort n'est pas sans appel, et d'autres qui produisent des résultats rebelles à tout traitement. Lorsque c'est seulement le milieu qui est atteint, on comprend en effet qu'on puisse rendre à l'élément histologique son activité première en purifiant le milieu qui l'entoure: les fonctions de cet élément étant simplement engourdies sous l'influence des conditions ambiantes, quoi de plus naturel que de les réveiller en modifiant ces conditions? Je crois que l'action du curare doit rentrer dans cette classe, et je démontrerai par plusieurs expériences que le nerf moteur ainsi empoisonné a conservé intactes toutes ses propriétés physiologiques et électrotoniques; mais il s'en faut que tous les poisons soient dans le même cas, et un très grand nombre produisent des effets irrémédiables, l'*upas antiar*, par exemple, qui coagule la substance musculaire. Lorsqu'on administre des poisons appartenant à cette seconde catégorie, il se peut qu'on introduise des conditions de mort dans le milieu des éléments histologiques, mais on

atteint aussi la texture de ces éléments eux-mêmes, et cela suffit pour que l'effet du poison n'admette aucun remède. Ces éléments histologiques sont comme de petits organes entourés d'un milieu spécial dans l'être vivant : aussi ai-je pensé à imaginer le nom *d'organismes élémentaires* pour désigner ces éléments. Par notre milieu intérieur, nous sommes en quelque sorte comme des animaux aquatiques, car tous les éléments composant notre corps sont plongés dans les liquides, et ce n'est que grâce à un artifice de construction que nous pouvons marcher dans l'air.

Revenons maintenant à notre grenouille, et procédons à l'examen de chaque élément histologique. Le sang a conservé sa constitution normale et sa circulation (le cœur bat encore), en un mot toutes ses propriétés physiologiques; les muscles n'ont rien perdu non plus, car en électrisant ceux des cuisses, par exemple, on obtient aussitôt de vives contractions. Passons maintenant au système nerveux. Ici l'excitation électrique ne produit plus aucune irritation, et partant plus aucune contraction musculaire; et cependant les nerfs devraient posséder encore leurs propriétés vitales, car, par un temps froid comme celui d'aujourd'hui, les nerfs de grenouille conservent leur irritabilité vingt-quatre heures au moins après la mort. D'ailleurs, voici une autre grenouille tuée un peu avant la première, mais simplement par vivisection, et ses nerfs sont parfaitement irritables, comme il est facile de le constater. La grenouille qui a subi l'action du curare est donc morte par les nerfs, et, en poussant l'analyse un peu plus loin, nous verrions même

que ce sont les nerfs moteurs seuls qui ont été atteints, les nerfs sensitifs ayant conservé toutes leurs propriétés physiologiques.

Cependant cet élément nerveux moteur a conservé son apparence normale et ses propriétés physiques, notamment en ce qui concerne l'électrotonisme ; il ne présente aucune lésion appréciable. Nous pouvons donc supposer que c'est le sang qui a été altéré de telle façon que le nerf moteur ne puisse plus exercer ses fonctions nutritives au milieu de lui. En effet, en pratiquant la respiration artificielle, cette corruption du sang sera éliminée, et l'élément nerveux moteur pourra reprendre ses fonctions, le milieu qui l'entoure étant redevenu normal. Tout ce que nous venons de dire prouve du reste surabondamment combien l'autopsie cadavérique ordinaire nous aurait fourni peu de lumières, car la plupart des constatations précédentes auraient été radicalement impossibles.

Depuis longtemps l'anatomie histologique s'occupe du système nerveux avec un soin tout particulier, et c'est même un des points de cette science qui sont aujourd'hui assez avancés. Dans ces derniers temps, on a cherché à déterminer les altérations microscopiques résultant des divers empoisonnements. Ce sont là, sans doute, des investigations très difficiles à poursuivre, et qui exigent beaucoup de tâtonnements préalables ; mais il est essentiel de les tenter, et M. Roudanowski dit même avoir obtenu quelques résultats qui paraissent constants, bien qu'il n'ait pas encore voulu en tirer de conclusions définitives. Ainsi, dans les empoisonnements par l'opium,

il a cru constater que la moelle nerveuse entourant le *cylinder axis* était toujours luisante. L'empoisonnement par la nicotine a donné lieu aussi à quelques remarques intéressantes, mais qui paraissent moins solidement établies, et d'ailleurs on n'a encore observé dans ce cas aucune altération spéciale des tissus.

Nous en avons fini avec ces idées générales, et dès notre prochaine séance nous commencerons l'étude détaillée des divers modificateurs ou poisons par ceux qui agissent spécialement sur le système nerveux, notamment le curare et la strychnine.

LA MÉDECINE D'OBSERVATION ET LA MÉDECINE EXPÉRIMENTALE (1)

MESSIEURS,

Nous allons reprendre nos études de médecine expérimentale, interrompues, bien contre mon gré, depuis trois ans. J'ai lieu de regretter à tous égards cette interruption; car cette lacune de trois ans dans ma vie scientifique est un temps précieux, qui est perdu; cependant peut-être verrez-vous plus tard qu'il ne l'a pas été tout à fait. Malheureusement pour moi, j'ai eu tout le temps de la réflexion, et j'ai pu utiliser les loisirs que m'a laissés la souffrance à réunir mes idées et à former des projets d'étude qui ne seront pas inutiles à l'enseignement que nous allons reprendre. Je n'ai plus maintenant qu'un désir, c'est que ma santé, dont l'état actuel m'obligera peut-être quelquefois à faire appel à votre indulgence, se raffermisse peu à peu et me permette de rendre encore quelques services à la science à laquelle j'ai consacré ma vie entière.

La médecine est-elle une science, oui ou non? C'est là une question qui est constamment à l'ordre du jour dans

(1) *Revue des cours scientifiques*, 16 janvier 1869.

le monde médical et qui a reçu et reçoit encore les solutions les plus contradictoires.

Il y a des personnes aux yeux desquelles la médecine est une science constituée, et même, au dire de quelques unes, cette science est arrivée à l'état positif (1). Quelques-uns admettent, à l'exemple de Cabanis (2), que la médecine peut devenir une science conjecturale, tandis que d'autres affirment qu'elle ne sera jamais qu'un art, et même qu'un métier (3).

Évidemment toutes ces opinions doivent trouver des arguments et ont, par conséquent, leur raison d'être.

Il est assurément permis de dire que la médecine est une science, et même des plus anciennes, puisque Hippocrate qui vivait 460 ans avant Jésus-Christ en est considéré comme le père ou le fondateur. D'un autre côté, on peut cependant constater qu'après vingt-trois siècles de pratique et d'enseignement, cette science médicale en est encore à se demander si réellement elle existe. Elle présente en effet ce triste spectacle que des hommes ignorants, des charlatans, peuvent y réussir dans la pratique mieux que de savants médecins qui ont passé toute leur vie à étudier. Il y a donc là des raisons de croire que la médecine n'est pas encore faite; car jamais, dans les sciences constituées, il n'arrivera qu'un savant et un ignorant puissent être confondus. Ici j'ai

(1) Dubois (d'Amiens), *Rapport général sur les prix décernés par l'Académie de médecine en* 1865. (*Bull. de l'Acad. de méd.*, 1865-66, t. XXXI, p. 217.)

(2) Cabanis, *Du degré de certitude en médecine*. Paris, 1803.

(3) Trousseau, *Conférences sur l'empirisme*. Paris, 1862.

pour mission de vous enseigner la médecine scientifique ; il faut donc que je vous fasse d'abord connaître mon opinion sur la question de savoir si la médecine est ou non une science. Cela, du reste, nous conduira directement au cœur du sujet que nous avons à traiter.

Il y a maintenant vingt-deux ans que j'ai l'honneur de professer au Collège de France, soit comme suppléant de Magendie, soit comme professeur titulaire.

Eh bien, en 1847, lorsque j'inaugurais mon cours, voilà ce que je disais en commençant : « La médecine « scientifique que je suis chargé de vous enseigner n'existe « pas. La seule chose qu'il y ait à faire, c'est d'en préparer « les bases pour les générations futures, c'est de faire la « physiologie sur laquelle cette science doit s'établir plus « tard. »

Je reconnaissais donc que la médecine n'était point alors une science, mais j'admettais qu'elle pouvait le devenir, et j'ajoutais qu'elle ne le deviendrait que lorsque la physiologie serait suffisamment développée pour lui servir de base. Toutefois, il était loin de ma pensée de nier le génie d'Hippocrate, et j'étais plus éloigné encore de lui refuser le nom, qu'on lui donne ordinairement, de père et de fondateur de la médecine.

Ces deux propositions semblent au premier abord impliquer contradiction. Mais, ce désaccord disparaîtra quand je vous aurai montré qu'il faut distinguer en quelque sorte deux médecines, différentes par le point de vue auquel elles se placent aussi bien que par leur but. En effet, la médecine considérée dans son ensemble renferme à la fois une science d'observation et une science

expérimentale. La médecine d'observation fait l'histoire naturelle des maladies; la médecine expérimentale fait la physiologie des maladies. Or, aujourd'hui la science médicale existe, en tant que science naturelle ou d'observation, mais elle n'existe pas encore comme science expérimentale.

C'est Hippocrate qui est regardé à juste titre comme le fondateur de la médecine d'observation; la médecine expérimentale attend son fondateur, parce que la physiologie commence à peine à se constituer.

Dans les autres sciences, comme dans la médecine, on trouve une phase de science d'observation et une phase de science expérimentale. On peut dire cependant que ces deux périodes, quoique très distinctes par leur but, appartiennent à une même évolution scientifique. Il est impossible qu'une science, quelle qu'elle soit, ne commence pas par une phase d'observation purement contemplative des phénomènes. La phase scientifique expérimentale, qui est active et explicative des phénomènes, ne vient qu'après celle-là ; elle représente un état plus avancé de notre connaissance.

Les sciences qui étudient des phénomènes à notre portée peuvent seules devenir des sciences expérimentales. L'astronomie, par exemple, est condamnée à rester toujours science d'observation, parce qu'elle ne pourra jamais agir expérimentalement sur les astres, objets de ses études.

En un mot, la science d'observation observe les phénomènes, les classe, les caractérise et arrive à en prévoir le cours naturel ; la science expérimentale explique

les phénomènes, remonte expérimentalement à leur cause, c'est-à-dire à leurs conditions d'existence, et arrive ainsi à les régler, à les modifier à son gré. Depuis longtemps on a dit que le but de la science est la *prévision :* cela est vrai dans les sciences d'observation ; mais pour les sciences expérimentales le but c'est l'*action.*

Revenons maintenant à la médecine d'observation et à la médecine expérimentale.

La médecine d'observation, avons-nous dit, est fondée depuis Hippocrate ; de sorte que ceux qui font allusion à ce côté de la médecine ont raison de dire qu'elle est constituée scientifiquement. Cette médecine a pour objet le pronostic, le diagnostic, la nosologie. Là l'ignorant ne pourra être confondu avec l'homme instruit, et celui qui n'aura pas étudié la clinique, l'anatomie pathologique, la sémiotique, en un mot, la science médicale d'observation, sera incapable de résoudre les problèmes relatifs à l'histoire des maladies.

La médecine expérimentale correspond à la thérapeutique, au traitement des maladies. Aujourd'hui cette médecine n'existe pas encore : elle est plongée dans l'empirisme. Là l'ignorant, le charlatan et le médecin instruit, se confondent plus d'une fois : de sorte que ceux qui se placent au point de vue du traitement des maladie sont vraiment raison de dire que leur médecine n'est pas encore une science.

Dans les sciences, il se présente toujours ainsi deux points de vue ou deux problèmes distincts et successifs : 1° connaître et prévoir les phénomènes naturels ; 2° agir sur ces phénomènes. Ces deux problèmes se posent

ensemble dès le début de la science, et ils ne peuvent cependant être résolus que l'un après l'autre. En général, la science ne sent le besoin de devenir active qu'après avoir été contemplative. Mais la médecine s'est trouvée dans un cas particulier, en ce sens que dès son début, elle a été en quelque sorte forcée d'agir, parce qu'elle a compris immédiatement que son vrai problème c'était l'action. Si Pinel a pu définir la médecine en disant : « Une maladie étant donnée, trouver sa place dans » un cadre nosologique », il est évident qu'il posait ainsi un problème très restreint, dont la solution pouvait peut-être satisfaire au nosologiste, mais qui devait être bien loin de contenter un vrai médecin et surtout le malade.

Le véritable but de la médecine, c'est le traitement et la guérison des maladies. L'observation seule ne peut suffire pour atteindre scientifiquement ce but ; il faut nécessairement recourir à l'expérimentation. Sans doute, les observations empiriques que l'on a déjà rassemblées sur l'action des médicaments sont utiles au médecin. Dans les autres sciences comme dans la médecine l'empirisme a précédé aussi la science expérimentale. Mais c'est seulement lorsqu'on a possédé la théorie et l'explication exacte des phénomènes, que les sciences expérimentales ont à prendre leur essor. Voilà pourquoi le traitement empirique des maladies, que l'on pratique depuis un temps immémorial, n'a jamais pu constituer la thérapeutique scientifique, c'est-à-dire la vraie science médicale expérimentale. Pour cela, il faut que la physiologie expérimentale soit fondée, et que le médecin soit

en état de comprendre le mécanisme des maladies et l'action des agents médicamenteux.

Aujourd'hui, un médecin appelé près d'un malade est donc à la fois dans la science et dans l'empirisme. Il s'appuie sur une science d'observation quand il reconnaît l'affection de son malade; mais, quand il la traite, il n'a pour guide que l'empirisme, et il agit souvent au milieu de l'obscurité la plus complète. Cet état boiteux de la médecine qui, en ce moment, n'est, en quelque sorte, qu'une moitié de science, explique les opinions contradictoires qu'on peut émettre sur son compte, et motive notre distinction d'une médecine d'observation, qui est constituée, et d'une médecine expérimentale, qui est encore une science à faire.

En disant que la médecine d'observation est une médecine constituée, nous ne voulons pas dire que ce soit une science finie. Les sciences ne sont jamais terminées. Tous les jours, on peut faire, et l'on fait en réalité de nouveaux progrès dans la connaissance des maladies, dans la sémiotique qu'on perfectionne en lui appliquant des procédés empruntés aux sciences physico-chimiques. Mais tout cela est indépendant du traitement des maladies, et, sous ce rapport, la médecine hippocratique ou d'observation n'aboutit au fond qu'à l'expectation.

La médecine expérimentale est la science qui fait la physiologie des maladies comme on a fait la physiologie des fonctions normales ; elle recherche les effets des médicaments sur l'être vivant comme on étudie le mode d'action des agents nutritifs ou excitateurs organiques normaux. Elle aboutit donc directement à la thérapeu-

tique. Cette science n'a pas encore trouvé ses principes; mais son avènement se prépare par les découvertes rapides et brillantes que fait chaque jour la physiologie expérimentale.

Ainsi se trouve résolue cette question, que nous avons posée en commençant : la médecine est-elle une science? Oui, la médecine est une science; mais elle n'est pas encore développée dans toutes ses parties, elle n'est point encore arrivée à l'état de science expérimentale; et c'est précisément le cas pour la partie active de la médecine, c'est-à-dire celle qui répond à l'application.

Dans l'état actuel de la médecine, quelle doit être la nature du cours de médecine au Collège de France? Je vous ai souvent entretenu du but particulier de l'enseignement de la médecine dans cet établissement, je vous ai dit que le cours de médecine du Collège de France ne faisait en aucune façon un double emploi avec ceux de la Faculté de médecine, qu'il n'y avait aucun rapport, aucune relation, entre ce que doit traiter un professeur de médecine au Collège de France et ce que doit enseigner un professeur de Faculté.

Les deux établissements ont des destinations tout à fait distinctes. Le professeur du Collège de France doit étudier les questions obscures, les tendances et les méthodes nouvelles de la science qu'il représente, mais il ne doit pas du tout embrasser cette science dans son ensemble. Je dis cela parce que, pour ne pas comprendre le genre d'enseignement que nous devons faire ici, on a souvent adressé des reproches mal fondés au cours de médecine du Collège de France. Certaines personnes ont même

prétendu que, le titulaire actuel de cette chaire du Collège de France ne faisant que de la physiologie, il fallait appliquer à son enseignement le nom de cours de physiologie et supprimer du programme le mot de médecine.

Le cours de médecine du Collège de France est un cours libre qui représente la marche des idées dans la médecine suivant les différentes époques. Aussi ne saurait-on établir aucun rapport de tradition entre les enseignements des hommes célèbres qui se sont succédé dans la chaire de médecine du Collège de France (1). Il suffit en effet de jeter un coup d'œil sur la liste de ces professeurs, pour voir que le cours s'est modifié suivant les époques et selon les idées du moment pour rester en rapport avec les progrès de la médecine. Chaque science est constituée par un ensemble de connaissances que ne pourrait embrasser un seul homme. D'un autre côté, chaque science, dans son évolution, ne s'accroît et ne se perfectionne jamais dans toutes ses parties à la fois; elle effectue, au contraire, à des moments différents, des progrès partiels sur certains points, et ce sont tous ces progrès réunis qui constituent plus tard la science totale. La médecine marche de la même manière que les autres sciences. A diverses époques, les études anatomiques et chirurgicales, la matière médicale, le diagnostic, se sont plus spécialement développés. Le Collège de France a suivi toutes les oscillations dans le progrès de la science médicale, et c'est la raison pour laquelle les hommes qui se sont succédé dans la chaire de médecine du Col-

(1) Voyez *Mémoire historique et littéraire sur le Collège royal de France*. Paris, 1758.

lège de France ne se ressemblent aucunement par la partie de la médecine qu'ils ont enseignée. On ne les trouve point reliés entre eux par une tradition commune; chacun reste libre dans ses allures, comme la marche de la science elle-même.

Par exemple, lorsqu'un de mes plus illustres prédécesseurs, Laënnec, découvrit l'auscultation, il était certainement dans son rôle en l'enseignant au Collège de France, car il faisait un cours sur un point nouveau de la science qui caractérisait la tendance de la médecine de son temps vers le diagnostic. Il a représenté cette période du progrès médical, et il a créé l'auscultation, découverte glorieuse pour la France et une des plus grandes conquêtes de la médecine moderne. Mais en enseignant aujourd'hui l'auscultation dans la chaire du Collège de France, le professeur manquerait à sa mission. C'est à l'École de médecine que cette partie de la science doit être maintenant enseignée, parce qu'elle est devenue classique. Le professeur de l'École de médecine et celui du Collège de France doivent poursuivre un but opposé. Le premier voit la science dans son présent; il ne donne que ce qui est acquis et établi, évitant ainsi de troubler ou d'égarer l'esprit des débutants en les conduisant dans des routes encore inexplorées ou incertaines. Le second, au contraire, voit la science dans l'avenir, se préoccupe des tendances dans lesquelles cette science marche, et dirige de ce côté l'esprit des jeunes médecins. Il faut sans doute qu'un médecin soit un homme capable de porter immédiatement secours au malade qui l'appelle, et possédant à cet effet toutes les ressources que la mé-

decine pratique actuelle peut lui fournir : mais il faut en même temps qu'il soit aussi un homme capable de comprendre dans quelle voie marche la science médicale, et qu'il puisse la suivre dans ses progrès.

Je ne fais donc pas de la physiologie en vue de la physiologie elle-même, mais bien parce qu'elle est la base de la médecine scientifique. En exposant ici les principes de la médecine expérimentale, je suis dans mon rôle d'homme de science et de professeur de médecine du Collège de France ; car en faisant tous mes efforts pour coopérer, par mon enseignement et par mes propres travaux, à la fondation de la médecine expérimentale, je suis, si l'on peut ainsi dire, fonction de mon temps, puisque je ne fais qu'exprimer les tendances de la médecine scientifique actuelle.

Mais il y a un point sur lequel je désire arrêter un instant votre attention. Chercher à fonder la médecine scientifique sur la physiologie, me direz-vous, cela n'est pas nouveau. De tout temps on a dit que la médecine devait avoir pour base la physiologie, et même encore tout près de nous, Broussais, par exemple, avait donné au système de médecine qu'il professait le nom de *médecine physiologique*, pour qu'on ne se trompât point sur ses idées, et pour bien montrer que, suivant lui, la physiologie devait servir de base à la médecine. A ce compte, vous pourriez donc me dire que la voie dans laquelle je veux vous engager aujourd'hui, et que je vous donnais tout à l'heure comme nouvelle, est au contraire très ancienne. Eh bien non ! C'est le même nom sans doute, mais la chose est essentiellement différente. On

pourrait admettre, en effet, que, de tout temps, la physiologie a servi de point d'appui à la médecine, parce que, de tout temps, les théories médicales ont été en rapport avec les idées physiologiques régnantes. Chez Hippocrate, chez Galien, on trouverait ainsi que les idées physiologiques et les idées médicales se correspondent. On serait donc en droit de soutenir que déjà la médecine d'alors était fondée sur la physiologie. A des époques plus rapprochées de nous, en étudiant les grands expérimentateurs, tels que Harvey, Graaf, Aselli, Pecquet et bien d'autres, on verrait encore que leurs expériences physiologiques servaient de point de départ à des théories médicales. Tout cela est très vrai; mais aujourd'hui il ne s'agit plus d'idées physiologiques ou médicales vagues et systématiques, il s'agit de la physiologie expérimentale, qui est une science parfaitement définie.

Je ne veux pas entrer ici dans des explications qui trouveront mieux leur place plus tard; mais je dirai seulement qu'il ne faut pas confondre les systèmes physiologiques, par lesquels on explique tout en partant de quelques faits physiologiques qu'on généralise trop, avec la physiologie expérimentale qui n'explique que ce qu'elle prouve en laissant inexpliqué tout ce qu'elle n'a point encore atteint par l'expérimentation. De même, en médecine, il ne faudrait pas confondre les systèmes médicaux, qui expliquent toutes les maladies, avec la médecine expérimentale qui n'applique la physiologie à l'interprétation des maladies que là où les faits le permettent, laissant de côté et dans l'obscurité tout ce que l'expérimentation médicale n'a point encore éclairé.

La physiologie et la médecine expérimentales doivent donc marcher de faits en faits, d'expériences en expériences. Aujourd'hui, il y a des maladies où la physiologie peut apporter de lumineuses explications; mais il y en a d'autres pour lesquelles aucun rapprochement n'est encore possible : telles sont, par exemple, la rougeole, la scarlatine, la variole, etc. Mais, si cela est impossible aujourd'hui, cela tient simplement à notre ignorance, et il est certain qu'avec le temps le flambeau de la physiologie éclairera tout le champ de la pathologie.

Le grand principe de la médecine expérimentale, qui est en même temps celui de toutes les sciences expérimentales, c'est de ne marcher que d'expériences en expériences, et de ne pas faire de théories qui ne soient établies par l'expérimentation. Malheureusement, l'homme a eu une tendance innée à tout expliquer du premier coup, et cette tendance à systématiser a égaré toutes les sciences pendant un temps plus ou moins long. C'est seulement quand la science expérimentale est développée qu'elle n'a plus à craindre l'envahissement des systèmes; elle devient alors au contraire anti-systématique. Aujourd'hui, bien que les systèmes médicaux ne soient plus à redouter, parce que la science physiologique est déjà trop avancée, cependant peut-être trouverait-on des médecins qui poussent les explications physiologiques plus loin que les faits ne le comportent. C'est là mal servir la cause de la médecine expérimentale, qui doit savoir attendre, car les explications prématurées ne peuvent que la compromettre et la retarder dans sa marche.

C'est dans cette voie de la médecine expérimentale

que nous sommes engagés et que nous allons continuer à marcher. Quand je disais ici, en inaugurant mon cours en 1847, que la médecine scientifique n'existait pas, vous savez maintenant que je faisais allusion à la médecine expérimentale. Voilà pourquoi j'ajoutais qu'il fallait faire de la physiologie expérimentale, bien convaincu que c'était alors la meilleure manière de servir la cause de la médecine scientifique. C'est ce que j'ai fait pendant douze ans, de 1847 à 1859, et j'ai même eu le bonheur de trouver dans cette voie des filons inexplorés, qui ont donné à la science des faits imprévus, et soulevé, je crois, des questions nouvelles et fécondes.

Mais, dans ces derniers temps, les sciences physiologiques expérimentales ont réalisé des progrès considérables. De tout côté, on les a vues s'introduire dans la médecine comme des éléments nécessaires pour les explications pathologiques et thérapeutiques. Partout aujourd'hui, on constate une tendance bien marquée de l'esprit médical moderne vers une médecine scientifique fondée sur la physiologie. Les médecins ne sauraient maintenant rester indifférents à cette direction scientifique qui apparaît en médecine. Quant à moi, ce que j'ai cru utile de faire en 1859 pour m'associer à ce progès, ç'a été d'inaugurer un cours de médecine expérimentale. Mais les moyens m'ont manqué pour réaliser cet enseignement difficile. Aujourd'hui, j'espère me trouver dans de meilleures conditions pour reprendre ces études, ainsi que je vous l'expliquerai bientôt.

Il y a vingt-deux ans, j'ai pu vous dire : la médecine expérimentale n'existe pas. Aujourd'hui, je dois vous

répéter encore : la médecine expérimentale que je veux vous enseigner, n'est pas encore définitivement constituée, mais on la pressent et on la voit poindre à l'horizon scientifique ; on en saisit déjà quelques traits principaux, on peut dès à présent poser un certain nombre de jalons et de principes qui nous serviront à délimiter et à caractériser cette science nouvelle.

Je pense, en effet, qu'il existe actuellement un assez grand nombre de faits prouvant d'une manière évidente que la physiologie doit être la base de la médecine active. On peut déjà rapprocher un certain nombre de phénomènes pathologiques des phénomènes physiologiques, et montrer que ce sont au fond les mêmes lois qui régissent les uns et les autres. Pour faire de la médecine expérimentale, il fallait d'abord se lancer vigoureusement dans la voie de l'expérimentation : c'est Magendie qui a le plus fait pour donner cette impulsion. Mais cela ne suffisait pas ; il faut non seulement expérimenter, il faut encore avoir en expérimentant un but bien déterminé, savoir ce que l'on veut faire, définir le but que l'on veut atteindre, tracer les règles de la critique expérimentale qui seule peut conduire à instituer de bonnes expériences et à éviter les causes d'erreurs qui sont si faciles dans ces études complexes et délicates. Il faut en un mot fixer les méthodes et les procédés d'expérimentations physiologique, pathologique et thérapeutique. Il n'est pas aussi facile qu'on le croit de faire des expériences sur les êtres vivants ; ce sont de toutes les expériences les plus difficiles à exécuter, parce qu'il s'agit des phénomènes de la vie qui sont les plus complexes qu'on puisse trouver.

Cependant on se croit en général capable de faire ces expériences sans apprentissage. C'est une preuve que cette science de la médecine expérimentale est encore dans l'enfance; mais c'est en même temps une raison de plus pour redoubler nos efforts.

Je n'ai donc pas, ainsi que vous le voyez, la prétention de vous exposer une médecine expérimentale toute faite. Son évolution se fera avec le temps et son développement appartient à l'avenir. Tout ce que je puis faire, c'est de hâter, autant qu'il est en moi, l'avènement de la médecine scientifique expérimentale, en engageant la jeunesse médicale dans la voie scientifique nouvelle.

J'avais eu l'intention de vous donner cette année un aperçu général du développement de la médecine expérimentale, en vous montrant comment elle avait dû passer successivement par un premier état d'empirisme qui avait précédé la médecine d'observation, puis arriver, progressivement et par le fait même de son évolution naturelle, en passant encore par un second empirisme expérimental, à l'état de science expérimentale, qui est l'expression scientifique la plus élevée, car alors la science se rend maîtresse des phénomènes. J'ai, en effet, exprimé cette opinion, qui est ma conviction profonde, à savoir, que la physiologie expérimentale doit se rendre maîtresse des phénomènes de la vie, absolument comme les sciences expérimentales, la physique et la chimie, se sont rendues maîtresses des phénomènes des corps inertes. Je vous développerai ma pensée à ce sujet dans les leçons qui feront l'objet de ce cours, et je vous prouverai, j'espère, que si les phénomènes de la vie ont des caractères qui

leur sont propres, cela ne veut pas dire qu'ils échappent à la méthode expérimentale. Leur complexité les rend seulement plus difficiles à saisir.

Mais j'ai dû renoncer à mon premier programme par suite de modifications survenues tout récemment dans mon enseignement, par suite de l'installation de l'École pratique des hautes études.

Lorsque, l'année dernière, le ministre de l'instruction publique a demandé à divers savants des rapports sur l'état des sciences en France, j'ai, comme les autres, répondu à cet honorable appel (1). Je profitai naturellement de cette occasion pour indiquer les difficultés qui s'opposent chez nous au progrès des sciences physiologiques, et pour exprimer les besoins les plus urgents de la science que je cultive. Or, ces besoins sont surtout relatifs aux moyens matériels de travail dont la physiologie doit être pourvue afin de se développer et de pouvoir scruter les phénomènes de la nature vivante.

Il y a dans les sciences deux grandes catégories : celle de l'esprit et celle de la nature.

Les sciences de l'esprit ont besoin de bibliothèques et de collections où se trouvent rassemblés les divers monuments de l'esprit humain : voilà leur domaine; mais les sciences de la nature étudient les phénomènes de la nature, ce qui les place dans des conditions toutes différentes. Les sciences naturelles ont besoin d'amphithéâtres et de vastes musées qui représentent en quelque sorte la nature en miniature; mais les sciences expérimentales

(1) Voyez mon *Rapport sur les progrès de la physiologie générale*. Paris, 1867.

seules exigent des laboratoires dans lesquels se trouvent tous les instruments et tous les moyens d'analyse qui peuvent leur permettre de pénétrer dans le mécanisme des phénomènes intimes manifestés soit par les corps bruts, soit par les êtres vivants.

Aujourd'hui on ne renvoie plus la physiologie aux bibliothèques, aux livres des anciens et aux descriptions anatomiques; on la reconnaît comme la science expérimentale des corps vivants. Si elle a d'abord été confondue, dans son développement, avec les sciences naturelles et anatomiques, on peut dire que de nos jours elle se constitue et conquiert son autonomie. Cette séparation est déjà un fait accompli à l'étranger; l'enseignement de la physiologie et celui de l'anatomie y sont devenus des enseignements distincts. De plus, en Allemagne, en Russie et ailleurs, la physiologie est pourvue de laboratoires splendides dans lesquels on trouve tous les moyens d'étudier soit la physiologie générale, soit la médecine expérimentale.

La physiologie est de toutes les sciences expérimentales la dernière venue, et elle s'est développée la dernière, parce que les sciences se développent d'autant plus facilement qu'elles sont plus simples. La physique et la chimie, qui sont des sciences expérimentales plus simples, ont été constituées les premières; depuis fort longtemps elles sont pourvues de laboratoires et de tous les moyens de développement. Mais pendant longtemps la physiologie fut considérée comme une science idéale et même romanesque, car on l'appelait le « roman de la médecine »; elle n'avait pas encore conquis sa place parmi les sciences expérimentales, elle était complète-

ment négligée comme science pratique, et l'on croyait qu'il suffisait de l'étudier dans les livres.

Je demandai donc, dans mon rapport au ministre, que la physiologie, cette science qui sera une des gloires du XIX[e] siècle, fût traitée selon son importance, et pourvue en France des moyens de développement qui lui manquent. Cette réclamation me semblait d'autant plus juste que la France ne pouvait rester en arrière dans la culture de cette science après s'être placée à la tête du mouvement pour sa création. La physiologie expérimentale n'a pu réellement commencer à se constituer que vers la fin du siècle dernier et au commencement de celui-ci, parce qu'il lui fallait, pour devenir autonome et indépendante, trois points d'appui essentiels : les sciences physico-chimiques, l'anatomie générale ou l'histologie, et l'investigation directe sur les êtres vivants. Lavoisier, Bichat et Magendie sont les trois puissants promoteurs de cette science nouvelle, et leurs noms appartiennent à la France.

La sollicitude du ministre de l'instruction publique pour les sciences est bien connue des savants. Quant à moi, je puis dire que je l'ai trouvé dans les meilleures intentions pour favoriser le développement pratique de la physiologie expérimentale, dont il a parfaitement compris l'importance et l'avenir.

Une installation de laboratoires physiologiques avait d'abord été décidée pour la Faculté des sciences, et d'autres étaient projetées au Collège de France ; mais ces installations, très suffisantes pour moi et pour le service ordinaire de mes cours, ne répondaient pas complètement à mes vues. Je n'avais point voulu demander seulement

qu'on favorisât particulièrement dans leurs études un ou plusieurs physiologistes : l'intérêt de la science réclamait une véritable organisation de l'enseignement physiologique et l'installation de laboratoires communs où des élèves nombreux puissent venir s'initier aux études pratiques de la physiologie expérimentale. Ce sont là, du reste, les idées générales qui ont présidé à l'organisation de l'École pratique des hautes études fondée par le ministre.

Mais la formation d'un laboratoire de ce genre était absolument impossible, soit à la Sorbonne, soit au Collège de France. L'espace manquait, et l'espace est une des premières conditions pour les études de physiologie et de médecine expérimentales. Ainsi, il nous a toujours été impossible de poursuivre des expériences de physiologie évolutive ou de pathologie expérimentale au laboratoire du Collège de France, parce que les animaux se trouvaient placés dans de si mauvaises conditions hygiéniques que les phénomènes que nous voulions observer ne se développaient point, ou bien il arrivait que les animaux mouraient de maladies intercurrentes, et non des lésions dont nous avions voulu étudier les effets. C'est alors que le ministre, dans son désir de fournir à la physiologie des moyens pratiques de développement en harmonie avec son importance, m'a proposé de transférer mon enseignement au Muséum d'histoire naturelle, parce que là seulement pouvait se trouver l'espace nécessaire à l'installation d'un grand laboratoire de physiologie.

La physiologie expérimentale devra donc être reconnaissante envers le ministre, lorsque nous aurons en

France des laboratoires où de jeunes physiologistes pourront se former en grand nombre, à l'instar de ce qui se passe en Allemagne et ailleurs.

La question des laboratoires est une condition essentielle de vitalité pour les sciences expérimentales. Il ne faut pas croire, en effet, que ce soit dans les cours qu'on fasse les savants : dans les cours, on peut seulement donner des idées générales sur une science et en faire naître le goût. C'est dans le laboratoire, quand on est aux prises avec les phénomènes eux-mêmes, que l'on devient réellement savant.

Cette organisation des études physiologiques expérimentales existe à l'étranger sur une vaste échelle; mais elle manque absolument en France. C'est pour cela qu'en France il s'est développé si peu de jeunes physiologistes, tandis qu'en Allemagne, par exemple, il s'en forme un si grand nombre. L'enseignement de la physiologie expérimentale se trouve enfermé chez nous dans un cercle vicieux; on demande aux hommes des travaux et des titres pour conquérir une position scientifique, et, d'un autre côté, on ne donne aucun moyen d'étude aux jeunes gens. Il en est résulté que ce n'est qu'au prix des plus grands efforts, — quand on ne succombait pas en route, — que l'on parvenait à percer, et toujours tardivement. Une fois arrivé, on pouvait sans doute trouver des moyens de travail individuel; mais alors il était le plus souvent trop tard, parce qu'on était épuisé et incapable de fournir une nouvelle carrière. Une bonne organisation de l'enseignement des sciences doit toujours avoir en vue la jeunesse, parce que c'est elle

qui forme la pépinière de savants où se recrute incessamment la science. C'est chez la jeunesse, en effet, que se trouve une force vive qu'il faut utiliser tout de suite, au lieu de la laisser s'égarer dans des directions sans issue, ou se perdre dans des luttes stériles. Il faut donc donner aux jeunes gens tous les moyens d'études, et quant aux savants qui ont mûri dans la pratique scientifique, ils deviennent naturellement les guides et les initiateurs de ceux qui entrent dans la carrière. Tel est le rôle que je voudrais remplir maintenant, et qui me serait tout tracé par les modifications que subira mon enseignement.

C'est en quelque sorte pour me mettre immédiatement à l'œuvre et pour entrer dans les idées qui ont présidé à l'institution de l'enseignement pratique des sciences, que j'ai choisi pour sujet de mon cours de cette année la *technique expérimentale* appliquée à la physiologie et à la médecine expérimentales. Vous verrez sans doute que la méthode expérimentale, qui s'applique à l'expérimentation sur les corps vivants, n'est pas une méthode différente de celle qui s'applique à l'étude des phénomènes des corps bruts; cependant il y a dans les procédés et dans les moyens employés des différences très grandes. En effet, bien qu'on puisse étudier les corps vivants par des moyens analogues à ceux à l'aide desquels on étudie les corps inertes, on ne peut cependant contester qu'un corps vivant ne diffère d'un brut. Un corps vivant a quelque chose de particulier et de spécial qui introduit des modifications sinon dans la méthode, du moins dans les procédés d'expérimentation.

L'expérimentation sur les phénomènes de la vie est la plus difficile et la plus complexe de toutes; mais je dois répéter qu'on a des idées fausses sur l'expérimentation en physiologie et en pathologie. On s'imagine, en général, que cette expérimentation est très facile; tout le monde se croit capable de la pratiquer sans l'avoir apprise. C'est de là que viennent tant de mauvaises expériences, contradictoires en apparence, c'est-à-dire mal définies, qui obscurcissent les questions, encombrent la science et retardent sa marche. J'espère vous prouver, dans la suite de ces leçons, que les expériences sur les êtres vivants, quand elles sont bien faites, sont soumises à un déterminisme précis et absolu. Ce n'est qu'à cette condition que la science peut exister.

Mais l'art expérimental, en physiologie et en médecine expérimentales, est encore dans l'empirisme le plus grossier, et il est de la plus haute importance d'introduire dans cette expérimentation une critique et une discipline rigoureuses, comme il en existe dans les sciences expérimentales physico-chimiques.

En étudiant cette année la technique expérimentale, je ferai donc, en quelque sorte, une espèce d'introduction aux études pratiques qui s'exécuteront dans le laboratoire dont l'installation sera, j'ai tout lieu de le croire, poursuivie le plus activement possible. Ainsi, nous reprenons nos anciennes études, mais en même temps nous voudrions inaugurer, cette année, une ère d'enseignement vraiment nouvelle, que je voudrais voir féconde pour l'enseignement de la physiologie générale et de la médecine expérimentale.

L'EXPÉRIMENTATION DANS LES SCIENCES DE LA VIE (1)

MESSIEURS,

Dans la séance dernière, je vous ai annoncé que l'objet du cours de cette année serait la technique expérimentale, c'est-à-dire l'art d'expérimenter sur les êtres vivants. Nous allons entrer immédiatement en matière.

Les généralités ne peuvent avoir que peu de place dans un pareil sujet, car il s'agit surtout de détails d'expériences et d'opérations. Cependant, comme, dans la science, il est nécessaire de ne pas séparer la main qui exécute l'expérience de l'esprit qui la dirige, la technique expérimentale se rattache elle-même à certaines idées qu'il est bon d'indiquer au moins dès à présent, sauf à les développer plus tard, quand les faits viendront servir d'exemples et de motifs à ces développements.

Les phénomènes des êtres vivants, comparés aux phénomènes des corps bruts, présentent de nombreuses différences; et pourtant la méthode d'investigation qu'on leur applique est philosophiquement la même. Ce sont donc seulement les modes d'expérimentation qui va-

(1) *Revue des cours scientifiques*, 30 janvier 1869.

rient à raison de la complexité et de la nature spéciale des phénomènes de la vie.

La méthode expérimentale se propose de remonter à la cause prochaine des phénomènes, en s'appuyant sur les faits fournis successivement par l'observation et par l'expérimentation. J'insiste sur cette définition, parce que, d'après le simple énoncé des mots, on aurait pu croire que les sciences expérimentales ne tiennent compte que des expériences, et que les sciences d'observation se servent exclusivement des faits donnés par l'observation.

On a voulu aussi séparer d'une manière complète l'observation et l'expérience, tandis que ces deux procédés d'investigation ne se distinguent pas, en réalité, au point de vue philosophique. On a dit que l'expérimentateur troublait, tourmentait la nature, tandis que l'observateur l'écoutait; que l'observateur était passif et l'expérimentateur actif, etc. Toutes ces différences me paraissent se résumer dans une distinction importante, la seule qu'on puisse établir, au point de vue scientifique, entre l'observation et l'expérimentation : l'observation se présente à nous dans des conditions naturelles dont nous ne pouvons pas disposer, tandis que l'expérimentation se produit dans des conditions que nous provoquons et dont nous nous sommes rendus maîtres. C'est pourquoi j'ai défini autre part l'expérimentation *une observation provoquée* (1). Il faut ajouter encore que l'expérience va plus loin que l'observation, car on n'emploie, même ordinairement, l'expérimentation que lorsque l'observation est

(1) Voy *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale.* Paris, 1865.

devenue impossible ou insuffisante. La détermination des circonstances dans lesquelles on obtient les phénomènes me paraît donc le seul caractère qui les rattache soit à l'expérience, soit à l'observation. Nous ne pouvons que regarder les uns, tandis que nous pouvons faire apparaître ou disparaître les autres, suivant notre volonté. Ce dernier caractère appartient en propre aux sciences expérimentales, qui se rendent maîtresses des phénomènes.

Telle est, selon moi, la seule distinction scientifique à établir entre l'observation et l'expérience. Quant à la manière de raisonner sur les observations et sur les expériences, elle est absolument la même dans les deux cas; car, de part et d'autre, ce sont des phénomènes dont il faut étudier le mécanisme, et des faits dont il s'agit de découvrir la cause.

De tout temps on a cherché à remonter aux causes; mais c'est seulement depuis la création des sciences expérimentales qu'on emploie la méthode expérimentale pour analyser les phénomènes et dissocier leurs diverses conditions, afin de reconnaître dans la succession des faits celui qui joue le rôle de cause par rapport aux autres. Auparavant on se formait sur la nature des phénomènes des idées purement spéculatives, c'est-à-dire qu'on imaginait des hypothèses représentées par des mots sur lesquels la scolastique établissait ensuite ses discussions absolument stériles.

Galilée est un des principaux promoteurs de la méthode expérimentale. Bacon a vulgarisé cette méthode et l'a élevée au rang d'une véritable philosophie scientifique. Descartes est venu ensuite; il a dit également qu'il

fallait mettre des faits à la place des mots, et fonder ses opinions sur l'observation et sur l'expérience. Enfin Newton a insisté sur ce point capital, qu'il fallait déduire les théories des faits, et non ramener les faits à des idées théoriques préconçues.

Dans la méthode expérimentale, on doit donc toujours partir des faits; mais, bien qu'on s'appuie avant tout sur l'observation et sur l'expérience, il faut aussi faire usage de son esprit et raisonner sur les phénomènes. De sorte qu'il y a deux parts à faire dans la méthode expérimentale: d'un côté, l'art d'observer les faits dans des conditions exactes et bien déterminées; de l'autre, l'art d'appliquer le raisonnement à ces faits pour les rattacher à leurs conditions d'existence.

Il est sans doute fort difficile de bien observer les faits; mais cependant le grand écueil de la méthode expérimentale n'est point là; il existe surtout dans l'entraînement de l'esprit qui égare l'expérimentateur au delà de ce qu'il a vu. Une fois sur cette pente, le savant, bien qu'il s'appuie sur des faits exacts, en déduit des conséquences trop générales, qui deviennent de plus en plus incertaines à mesure qu'il s'éloigne de son point de départ. Il faut donc, pour éviter autant que possible cette erreur, ne marcher que de fait en fait, en n'avançant jamais une interprétation sans la soumettre aussitôt au criterium de l'expérience.

Parmi les savants et les philosophes, il en est qui ont péché par excès de raisonnement, d'autre par un excès contraire.

Parmi ceux qui, dans la science, ont donné une trop

grande prédominance aux vues de l'esprit, quelques-uns, ainsi que nous venons de le dire, se sont bornés à tirer de leurs expériences, par une trop grande précipitation de jugement, des conséquences qu'elles ne renfermaient pas; mais il en est d'autres aussi qui sont partis ouvertement d'idées *à priori*, auxquelles ils ont voulu ramener les faits d'observation et d'expérimentation qui justifiaient plus ou moins leurs idées, en écartant ceux qui ne concordaient pas avec elles.

Descartes, par exemple, en abordant l'étude des sciences expérimentales, y apporta les mêmes idées qui lui avaient si bien réussi en philosophie. Il fit de la physiologie comme il avait fait de la métaphysique ; il posa un principe philosophique pour y ramener les faits scientifiques, au lieu de partir des faits pour y attacher *à posteriori* des idées qui n'en fussent en quelque sorte que la traduction. Il en résulta que Descartes, tout en tenant compte des expériences physiologiques connues de son temps, exposa une physiologie de fantaisie et à peu près imaginaire.

L'école de la philosophie de la nature, qui régnait au commencement de ce siècle en Allemagne, et qui donnait à l'esprit une prédominance beaucoup trop grande dans l'interprétation des phénomènes du monde extérieur, a engendré, par réaction, toute une génération de savants sceptiques et empiriques, qui n'ont plus voulu entendre parler que des faits bruts. Les excès du raisonnement dans les sciences provoquèrent ainsi l'apparition de savants et d'expérimentateurs purement empiriques, qui ont voulu exclure tout raisonnement de la méthode ex-

périmentale, et ne plus voir dans la science qu'un accumulation de faits bruts, dont le seul assemblage devait mettre la signification en évidence.

En France, parmi les physiologistes et les médecins, Magendie a été un de ces expérimentateurs absolument empiriques. Il ne voulait mêler aucune trace de raisonnement à l'observation ni à l'expérimentation; il faisait ses expériences *pour voir* et sans idées arrêtées. D'après lui, les raisonnements ne pouvaient que nous tromper ou nous égarer, et il prétendait que les faits s'interprétaient d'eux-mêmes par leur seul rapprochement. Pour exprimer l'état de son esprit, Magendie avait l'habitude de dire : « Quand j'expérimente, je n'ai que des yeux et des oreilles; je n'ai point de cerveau. »

Si l'on se demande maintenant quel genre d'influence peuvent avoir sur la marche de la science les diverses manières de procéder que nous venons d'indiquer, on verra que les unes et les autres sont nuisibles par leur excès.

Les hommes qui, partant des faits d'observation ou d'expérimentation, en exagèrent les conséquences par une trop grande généralisation, sont des créateurs de systèmes. Au fond de tous les systèmes, on trouve en effet des observations ou des expériences; mais le raisonnement, dépassant la limite des faits connus, a créé un système qui finit par s'écrouler devant d'autres expériences. C'est ainsi que nous voyons l'expérimentation de l'esprit de système se succéder alternativement depuis Galien jusqu'à nos jours. Après chaque grande découverte physiologique, on a construit sur elle un système

entier de médecine, parce que telle est la tendance innée de l'esprit de vouloir tout expliquer d'un seul coup et avant de laisser le temps compléter son œuvre. Après la découverte de la circulation du sang, après les expériences d'Aselli, de Pecquet, de Graaf, etc., on a imaginé des systèmes médicaux qui tous ont eu successivement le même sort. Ils ont disparu, bien qu'ils fussent fondés sur l'expérimentation, parce qu'ils avaient une base expérimentale trop étroite pour soutenir la masse d'hypothèses et de raisonnements qu'on avait échafaudés sur elle. Broussais lui-même avait un système fondé sur la physiologie; il prenait comme point de départ l'irritabilité de Glisson et de Brown. Mais ces faits, par une généralisation exagérée, étaient devenus aussi entre ses mains l'origine d'un système; et ce système, comme tous ceux qui l'avaient précédé, n'a pu se soutenir qu'un temps très court.

Maintenant les expérimentateurs empiriques tombent dans l'excès contraire à celui des faiseurs de systèmes : ils ne veulent pas aller au delà des faits, parce que, disent-ils, aussitôt qu'on va plus loin que le fait, on se trompe. Je me souviens, à ce propos, d'une circonstance dans laquelle Magendie s'accusa publiquement de s'être trompé, parce que lui-même n'avait pas été assez empirique. Voici le fait :

Magendie avait fait des expériences sur le suc pancréatique, et il avait constaté que ce liquide, qui ressemble à la salive, possédait la propriété de coaguler par la chaleur comme les liquides albumineux. Il avait donc dit et écrit que le suc pancréatique est un liquide albu-

mineux. Rien ne paraissait plus simple. Je suis venu vingt ans après recommencer des expériences sur le même sujet; j'ai constaté à mon tour ce qu'avait vu Magendie, mais j'ai conclu autrement. Je reconnus que le suc pancréatique coagulait lorsqu'on le chauffait; mais cependant je montrai que cette coagulation n'était pas due à de l'albumine, car la matière coagulable du suc pancréatique avait beaucoup d'autres caractères qui la différenciaient complètement de cette substance. Je fis voir mes expériences à Magendie, et cela se passait précisément au moment où il allait faire une leçon dans cette chaire. Magendie exposa au public le désaccord de nos expériences, et il ajouta : « Moi qui croyais ne jamais aller au delà des résultats fournis par les sens, j'ai cependant encore dépassé les limites du fait brut dans mon expérience sur le suc pancréatique; et c'est pour cela que je me suis trompé. En effet, je n'avais vu qu'une seule chose : c'est que le suc pancréantique coagule par la chaleur; et, au lieu d'exprimer simplement ce résultat, j'ai dit : Le suc pancréatique est un liquide albumineux. Si je m'étais contenté de dire : Le suc pancréatique est un liquide coagulable par la chaleur, j'aurais été inattaquable. »

Vous voyez combien ces sujets sont difficiles et délicats. Ceux mêmes qui veulent rester dans l'empirisme le plus complet vont quelquefois encore, sans le savoir, plus loin que les faits; que sera-ce donc si l'on se laisse au contraire entraîner librement au caprice de son imagination? On tombera alors dans les plus graves écarts, et l'on déduira de ses expériences des conséquences qui

ne seront plus du tout l'interprétation légitime des faits.

Mais faudra-t-il conclure de ces critiques qu'on doive, dans la crainte d'errer, rester dans l'empirisme expérimental le plus sévère, et se contenter d'accumuler des faits les uns à côté des autres? Évidemment non : il faut arriver aux théories qui seules constituent la science. Or, pour cela, il faut que l'esprit sorte des faits et s'élance dans l'inconnu à l'aide de vues ou d'inductions hypothétiques; seulement on devra sans cesse appeler à son aide la vérification expérimentale à chaque pas qu'on fera en avant, de crainte que l'esprit ne s'égare en oubliant la réalité pour suivre les déductions de ses hypothèses. En un mot, la bonne science expérimentale ne peut se faire qu'à l'aide du double concours des faits bien observés, qui représentent les matériaux scientifiques, et du raisonnement, qui les élabore, les interpréte et les coordonne. La grande difficulté, c'est de se maintenir dans la juste mesure des choses qui représente la vérité; ce qui importe surtout, c'est de ramener les idées aux faits, et non les faits aux idées.

Le danger des excès de raisonnement devient d'autant plus grand qu'il s'applique à des sciences expérimentales moins avancées, et qu'on raisonne sur un moins grand nombre de faits. A mesure que la physiologie et la médecine avancent, les créations de systèmes deviennent de plus en plus difficiles, parce que les faits sont tellement nombreux et variés que, si l'on s'appuyait sur l'un d'eux pour en faire le point de départ d'un système, on en trouverait aussitôt un autre pour construire un système

contraire. Aujourd'hui la médecine est dans une période de transition qui la conduira à l'état de science expérimentale. L'esprit expérimental est opposé à l'esprit de système en ce qu'il ne se hasarde à sortir des faits qu'autant qu'il a l'expérience pour le guider.

En résumé, dans les sciences expérimentales, il faut : constater d'abord les faits empiriquement et en eux-mêmes, en fixant aussi exactement que possible leurs conditions d'existence; invoquer ensuite le raisonnement qui les interpréte et les relie entre eux. C'est dans cette seconde phase du travail scientifique que se trouve le passage dangereux. Pour ne pas glisser dans l'erreur, il faut, je le rappelle, ne marcher que pas à pas, et ne jamais risquer un raisonnement sans une expérience pour le vérifier aussitôt. Le raisonnement ne contient pas l'erreur en lui-même : on raisonne toujours logiquement; mais la logique n'est pas le caractère absolu de la vérité, et si l'on a pu dire que la raison est le critérium suprême, en ce sens que tout ce qui est vrai est logique, on a le droit de répondre que tout ce qui est logique n'est pas nécessairement vrai, car, les prémisses une fois admises, l'erreur est aussi logique que la vérité. En matière de sciences expérimentales, ce n'est donc pas dans le raisonnement lui-même qu'il faut chercher la cause de l'erreur, mais seulement dans son point de départ et dans les faits sur lesquels il s'appuie.

Quand on part de faits absolument connus, et par conséquent vrais, le raisonnement, c'est-à-dire la logique, conduit nécessairement à la vérité. Alors on n'a même pas besoin de vérification expérimentale : c'est le

cas des mathématiques pures, dans lesquelles on raisonne sur des faits idéaux dont les conditions d'existence sont créées par l'esprit. Quand on applique l'analyse mathémathique, c'est-à-dire la logique, à des faits généraux de physique, ce sont des faits si simples, qu'on peut encore les soumettre au raisonnement, et se laisser jusqu'à un certain point guider par lui. Cependant, par cela seul que ces faits sont rattachés à des conditions d'existence placées en dehors de nous et que nous n'avons pas créées à notre gré, de manière à les connaître exactement, il faut de temps en temps, lorsqu'on poursuit l'analyse mathématique, faire des expériences pour savoir si cette analyse ne s'égare point. Mais quand on arrive aux phénomènes physiologiques, c'est-à-dire aux phénomènes les plus complexes de tous, on doit sans cesse se défier du raisonnement : il faut que l'expérience serve à restreindre cette tendance naturelle que nous avons à expliquer trop vite, et ramener constamment les conceptions logiques au contrôle des faits.

De tout ce que je viens de dire il résulte donc que dans la méthode expérimentale on doit employer à la fois les faits et le raisonnement ; mais, comme vous le voyez, la difficulté n'est pas, à vrai dire, de bien raisonner : elle consiste bien plutôt à ne pas trop raisonner, et surtout à asseoir solidement son raisonnement sur des faits bien analysés, bien positifs et aussi élémentaires que possible. Or, nous devons nous expliquer sur ces faits élémentaires, beaucoup plus difficiles à obtenir dans la science des êtres vivants que dans la science des corps bruts, mais qui sont néanmoins, dans une science comme dans

l'autre ; les seuls éléments capables de nous donner l'explication des phénomènes complexes.

La science expérimentale est essentiellement analytique; elle analyse les phénomènes complexes qui nous entourent, et veut remonter de faits en faits jusqu'au fait élémentaire ou primitif qui devient la cause de tous les autres : car toutes les circonstances d'un phénomène s'enchaînent et se relient entre elles dans des rapports de cause à effet. Mais que devons-nous entendre ici par ces mots *cause d'un phénomène?*

Il faut d'abord bien savoir qu'il ne s'agit pas de la cause première des choses : cette recherche n'est pas de notre domaine; les sciences expérimentales ne veulent et ne peuvent remonter qu'aux causes secondes ou prochaines des phénomènes. Elles seules sont à notre portée; les causes premières ou éloignées échappent à l'investigation du savant aussi bien dans les sciences des corps bruts que dans les sciences des corps vivants.

Or, pour connaître ces causes secondes des phénomènes, nous ne pouvons nous adresser qu'à la matière; c'est en elle qu'elles résident, et elles se manifestent à nous par les attributs ou les propriétés des corps. C'est donc dans l'étude des propriétés de la matière que nous devons chercher l'explication des phénomènes que nous observons autour de nous.

Le physicien et le chimiste ne remontent jamais à la cause première. Sans se préoccuper de la cause créatrice du fer, du cuivre et des divers corps minéraux, ils étudient les propriétés de ces corps, les modifications qu'elles éprouvent dans diverses conditions, ainsi que les phéno-

mènes qui en résultent. Eh bien, chez les êtres vivants, il faut chercher, de même, la cause des phénomènes, non en remontant à la cause créatrice ou première de la vie, mais simplement en étudiant les propriétés de la matière vivante. Évidemment les corps vivants sont des corps formés sous l'influence d'une force qui leur est spéciale ; mais néanmoins tous les phénomènes qu'ils manifestent dérivent des propriétés de la matière qui les constitue, et notre recherche n'a pas besoin d'aller au delà.

L'observation et l'expérimentation sont beaucoup plus difficiles chez les êtres vivants que chez les corps bruts, parce que la matière vivante est très délicate, et qu'elle agit dans des conditions tout à fait particulières que les corps bruts ne présentent point.



Dans l'étude des propriétés de toute matière, il y a deux choses à considérer : 1° la matière avec sa propriété innée et immuable dans des conditions données : 2° le milieu, c'est-à-dire les conditions extérieures à la matière qui agissent comme circonstance déterminante immédiate de ses manifestations, et qui sont en corrélation directe avec les formes diverses de ces manifestations.

L'objet spécial de la science expérimentale est de déterminer exactement les conditions des manifestations phénoménales de la matière, parce que c'est seulement en agissant sur ces conditions que nous pouvons nous rendre maîtres des phénomènes qui leur correspondent. Quand nous connaissons exactement les conditions d'existence d'un phénomène qui est à notre portée, nous pouvons, soit en empêchant ces conidtions de se réaliser, soit en favorisant au contraire leur réunion, tantôt

empêcher la manifestation du phénomène et tantôt la provoquer. C'est en ce sens que la science expérimentale, ainsi que je me plais à le répéter, se rend maîtresse des phénomènes de la nature. Elle n'en crée pas les lois, mais elle agit sur leurs conditions d'existence ou de manifestation.

Cette possibilité d'agir sur les phénomènes en modifiant les conditions dans lesquelles la matière manifeste ses propriétés, est un fait acquis depuis bien longtemps à l'égard des corps bruts : les brillantes applications de la physique et de la chimie en font foi ; mais la question est de savoir si l'on peut obtenir les mêmes résultats pour les corps vivants.

D'abord, pouvons-nous modifier les phénomènes de la vie? et ensuite pouvons-nous arriver à la connaissance exacte des propriétés de la matière vivante et agir expérimentalement sur ces propriétés? Il est certain que nous pouvons agir sur les phénomènes de la vie ; il n'est pas nécessaire d'en donner des preuves nouvelles : les faits de tous les jours le montrent suffisamment. Quand, par exemple, on empoisonne un animal, quand on administre un médicament à un homme, on détruit ou l'on modifie les phénomènes de la vie; seulement jusqu'alors nous avons agi empiriquement. Lorsque la physiologie sera plus avancée et que nous aurons étudié les propriétés de la matière vivante, nous aurons la connaissance scientifique de ces diverses actions, nous pourrons les manier et les diriger à notre gré.

Mais quelles sont les conditions d'activité de la matière vivante? Sont-elles différentes de celles qui président à

l'activité de la matière brute ou leur sont-elles semblables ? On croyait autrefois que les conditions physico-chimiques présidant aux manifestations des propriétés de la matière brute étaient contraires aux manifestations des propriétés de la matière vivante : les animistes et les vitalistes avaient établi une opposition complète, un véritable antagonisme entre la force vitale et les forces physico-chimiques ; mais on sait aujourd'hui que c'est là une opinion absolument erronée, et que les manifestations vitales ne peuvent se produire sans le concours des influences physico-chimiques. Il y a plus : ces influences physico-chimiques nécessaires au fonctionnement des propriétés de la matière vivante sont les mêmes que celles qui président à la manifestation des propriétés de la matière brute. Ces conditions sont, d'un côté comme de l'autre, l'oxygène, la chaleur, la lumière, l'électricité, etc. Lavoisier, dans ses belles recherches sur la respiration, et ensuite dans son travail sur la chaleur animale, exécuté avec Laplace, a vu que le même gaz, l'oxygène, d'un côté entretient la vie et la respiration chez les animaux, et de l'autre produit la calcination des métaux. Comparant la calcination du fer ou du mercure avec la respiration des animaux, il montre que la présence de l'oxygène provoque également ces deux ordres de phénomènes, et que la soustraction de l'oxygène les fait cesser l'un et l'autre.

Lorsque nous voudrons modifier un phénomène de la vie, nous devrons donc nous y prendre de même que s'il s'agissait d'un phénomène des corps bruts ; il faudra toujours modifier d'une manière physico-chimique le milieu dans lequel la matière manifeste ses

propriétés, que cette matière soit brute ou vivante. Mais il y a une différence qu'il faut signaler ici : c'est que les conditions d'existence des phénomènes sont beaucoup plus complexes, et par conséquent beaucoup plus difficiles à atteindre dans les corps vivants que dans les corps bruts.

Chez les végétaux et les animaux à sang froid, les phénomènes chimiques qui provoquent et entretiennent les manifestations vitales subissent, comme dans les corps bruts, des modifications dues à l'influence du chaud et du froid ; mais chez d'autres êtres vivants, comme chez l'homme et les animaux à sang chaud, il semble exister une complète indépendance entre les manifestations de la vie et les conditions cosmiques extérieures. L'homme et les animaux à sang chaud auraient donc l'apparence de posséder une sorte de force vitale intérieure qui lutterait contre les conditions physico-chimiques extérieures et se soustrairait à l'influence de toutes leurs variations. Il n'y a là cependant que des phénomènes avec mécanismes plus complexes ; les hommes et les animaux à sang chaud n'ont pas des propriétés vitales d'une autre nature que celles des animaux à sang froid. La différence tient seulement, ainsi que nous allons le voir, à ce que les éléments organiques de ces deux catégories d'animaux n'agissent réellement pas dans les mêmes conditions.

Pour arriver à connaître les phénomènes des organismes vivants, ce n'est pas l'animal tout entier que nous devrons prendre pour objet direct de nos études; il faut le considérer dans les propriétés des éléments qui le

constituent. Sous ce rapport, la physiologie ressemble encore aux autres sciences expérimentales. De même que la physique et la chimie arrivent par l'analyse expérimentale, à trouver les éléments minéraux des corps composés, de même lorsqu'on veut connaître les phénomènes de la vie, qui sont complexes, il faut descendre dans l'organisme, analyser les organes, les tissus, et arriver jusqu'aux éléments organiques. C'est dans les éléments organiques que se trouve l'explication des phénomènes de la vie, comme c'est dans les éléments minéraux que se trouve l'explication des phénomènes des corps inorganiques. Ainsi, lorsqu'un animal respire, c'est une partie de son corps, un élément seul qui respire, le globule du sang ; lorsqu'un animal se meut, ce n'est qu'un ou deux éléments qui agissent, la fibre nerveuse et l'élément musculaire ; lorsqu'un animal sécrète une humeur, ce n'est encore qu'un seul élément qui fonctionne, la cellule glandulaire. Par conséquent, pour comprendre les phénomènes physiologiques du corps vivant, il faut connaître l'action de chacun de ces éléments et savoir dans quelles conditions ils manifestent leurs propriétés.

Mais, si l'application de l'expérimentation analytique dans les corps bruts et chez les êtres vivants est soumise aux mêmes préceptes généraux, elle présente des difficultés fort inégales. Quand on veut répéter une expérience ou provoquer l'apparition d'un phénomène, il faut toujours se placer dans les mêmes conditions, car les manifestations des phénomènes varient avec les changements survenus dans les conditions où ils se produisent.

Or, pour se placer dans des conditions déterminées, il faut prendre des instruments qui puissent nous renseigner à ce sujet: tels sont les instruments destinés à indiquer la température, le degré d'humidité, la pression de l'air, etc., etc., dont se servent les physiciens et les chimistes pour se mettre dans des circonstances identiques faciles à reproduire.

Mais quand on veut déterminer les conditions qui président à la manifestation des phénomènes vitaux chez les êtres vivants, il ne suffit plus de prendre un baromètre, un thermomètre et tous les instruments propres à déceler les variations dans le milieu cosmique ambiant ; il faut pénétrer jusqu'à l'élément, arriver dans l'intérieur même de l'organisme, où se rencontrent des conditions spéciales à l'être vivant et qu'on pourrait appeler des conditions physiologiques. L'observation simple n'aurait donc jamais pu nous permettre de pénétrer dans l'organisme des êtres vivants ; il fallait absolument pour cela recourir à l'expérimentation, et à une expérimentation très délicate, qui nous permet d'étudier directement la matière vivante pour en déduire les phénomènes de la vie.

Or, ces éléments, avons-nous dit, ne manifestent leurs propriétés qu'autant qu'ils sont influencés par des conditions physico-chimiques déterminées. Seulement ce sont des conditions physico-chimiques qui résident dans l'intérieur de l'animal. C'est pourquoi j'ai été amené à dire qu'il faut considérer, dans les animaux, deux milieux . le *milieu intérieur*, dans lequel se produisent les phénomènes intimes des éléments organiques, et le *milieu*

extérieur, dans lequel vit l'être tout entier. Pour les corps bruts, il n'y a qu'un milieu cosmique ; pour les corps vivants, au contraire, je viens de dire qu'il y en a deux : le milieu général dans lequel est l'être tout entier, et le milieu intérieur dans lequel vivent les éléments. Ce milieu intérieur est un milieu composé des mêmes éléments que le milieu extérieur, sauf qu'il est plus délicat et plus complexe. Il est liquide et renferme, chez tous les êtres vivants, de l'eau, des gaz, des matières nutritives ; mais, chez les animaux à sang chaud seulement, ce milieu est disposé de façon à conserver sa chaleur nécessaire pour l'accomplissement des fonctions des éléments.

Eh bien, lorsqu'on examine un végétal ou un animal à sang froid, on voit que, si ce végétal s'engourdit pendant l'hiver, c'est parce que, sous l'influence du froid, les phénomènes physico-chimiques s'arrêtent dans son milieu intérieur ; de sorte qu'il y a toujours un parallélisme complet entre les phénomènes de la vie du végétal et les phénomènes physico-chimiques qui se passent dans son milieu intérieur ou dans sa sève. Chez les animaux à sang froid, il y a également, pendant l'hiver, engourdissement des phénomènes de la vie, parce que le milieu intérieur se refroidit en même temps que le milieu extérieur. Au contraire, chez les animaux à sang chaud, les phénomènes de la vie ne s'interrompent pas pendant l'hiver, parce qu'il y a un mécanisme particulier qui les protège contre le froid et leur conserve une chaleur élevée. Les éléments organiques, abrités contre le froid, continuent à fonctionner activement, de la même façon que les plantes végètent dans une serre, parce qu'elles

sont chauffées et placées à une température qui permet leur végétation.

Ainsi vous voyez quelles difficultés présente l'étude des phénomènes de la vie. Il faut aller les observer dans la profondeur des tissus, dans l'intérieur même des organes, car c'est là seulement que nous pouvons saisir les conditions des phénomènes qui se manifestent chez les êtres vivants.

Pour la médecine, c'est absolument la même chose que pour la physiologie. Quand une maladie existe, c'est à l'élément organique qu'il faut descendre pour la comprendre. Lorsqu'on administre un médicament, il n'agit que sur les tissus, sur les éléments ; il n'agit qu'autant qu'il a pénétré dans leur milieu intérieur, c'est-à-dire dans le sang, et qu'il est allé se mettre en contact avec eux. Ce qui ajoute encore à la complexité des phénomènes, c'est que chaque élément a des agents spéciaux qui lui sont propres. Il en résulte qu'il faut faire en quelque sorte l'histoire de chaque élément consécutif d'un être vivant, si l'on veut avoir la conception des fonctions de son organisation totale. C'est pour cette raison qu'aujourd'hui l'histologie, ou anatomie générale, est une des bases absolument nécessaires de toutes ces études de physiologie générale et de médecine expérimentale.

Malgré cette complexité des phénomènes vitaux, dont j'ai essayé de vous donner une idée, la sience nous apprend que ce sont là seulement des difficultés matérielles surmontables, que nous finirons, à force de persévérance, par définir et résoudre ; nous pourrons alors modifier scientifiquement les phénomènes vitaux, com-

prendre le mécanisme des maladies, et interpréter le mode d'action des substances médicamenteuses.

Le médecin expérimentateur doit prétendre à reproduire à son gré les conditions morbides. Ce sera un grand progrès pour la physiologie pathologique d'arriver à la production artificielle des maladies; c'est la seule manière d'en bien étudier le mécanisme. Dans les sciences physico-chimiques, en chimie par exemple, on dit qu'on ne connaît bien un corps que lorsqu'on peut le recomposer. Eh bien, nous aussi nous ne connaîtrons complètement les maladies que lorsque nous pourrons les reproduire sur des animaux, parce qu'alors seulement nous connaîtrons les conditions dans lesquelles elles prennent naissance. Les sciences ne procèdent que par l'analyse et la synthèse, qui est la contre-épreuve de l'analyse.

La médecine expérimentale est donc une science expérimentale ordinaire; seulement elle est bien certainement la plus complexe et la plus difficile de toutes, à cause de la variété des phénomènes qu'elle nous offre et des obstacles sans nombre que présente leur étude. Il y a en outre, dans la médecine expérimentale, trois ordres de faits qu'on ne doit jamais perdre de vue et dont il faut toujours chercher à établir le rapport. Ce sont les phénomènes physiologiques, pathologiques et thérapeutiques. Ces phénomènes dérivent toujours d'une même source, les propriétés des éléments histologiques; leurs conditions de production seules sont différentes, et au fond il n'y a qu'une loi vitale unique pour tous ces phénomènes.

Finalement, vous savez maintenant que, lorsque nous voudrons agir d'une manière quelconque sur les phéno-

mènes de la vie, nous devrons modifier les conditions dans lesquelles se manifestent les phénomènes chez les êtres vivants. Vous savez de plus que, lorsque nous voudrons reproduire identiquement une même action, un même effet, nous devrons toujours nous placer exactement dans les mêmes conditions.

Mais il y a un point sur lequel je dois revenir et insister en terminant, c'est l'instabilité et la mobilité extrêmes des propriétés de la matière vivante; ce qui rend souvent très difficile de retrouver rigoureusement les mêmes conditions physiologiques. Sans doute les propriétés vitales, considérées en elles-mêmes, sont bien le produit d'une force spéciale qu'on pourrait appeler, si vous voulez, la force vitale; mais cette force vitale ne serait que la cause formatrice ou organisatrice des corps vivants, car, une fois cette organisation donnée, la matière vivante fonctionne uniquement en vertu de ses propriétés innées et déterminées. Dès lors, puisque ces propriétés sont déterminables, elles peuvent être étudiées et atteintes par nos agents modificateurs comme les propriétés des corps bruts. Mais il y a cependant entre elles, je le répète, une différence dont il est très important de tenir compte dans l'expérimentation : c'est que les propriétés de la matière vivante sont extrêmement altérables et fugaces; elles disparaissent en quelques instants, surtout chez les animaux à sang chaud. Ainsi, un muscle, un nerf, une glande, un élément du sang, par exemple, sont doués de propriétés vitales en rapport avec leurs fonctions; mais ils ne peuvent les conserver qu'à la condition de rester dans l'organisme. Par conséquent, lors-

qu'on veut étudier ces propriétés, il faut le faire immédiatement et aussitôt que les éléments sont séparés de leurs conditions nutritives ordinaires, parce qu'au bout d'un temps très court ces éléments peuvent se modifier d'une manière considérable et ne plus fournir les manifestations de leurs propriétés sous l'influence des excitants qui les déterminent d'ordinaire.

En un mot, on doit toujours opérer sur un animal vivant, ou au moins immédiatement après la mort, avant que les éléments organiques aient eu le temps de modifier ou de perdre leurs propriétés vitales. C'est là un point très important qu'il ne faut jamais perdre de vue dans les études de physiologie ou de médecine expérimentale.

On fait, vous le savez, des autopsies dans les hôpitaux pour rechercher les causes des maladies; mais, en général, ces autopsies ne sauraient rien nous apprendre de positif sous ce rapport. Les lésions pathologiques observées après la mort peuvent, dans certains cas, indiquer quel est l'organe qui a été atteint; mais elles n'expliquent pas la cause immédiate de la mort.

En effet, l'altération pathologique n'est pas survenue brusquement; quelques heures avant la mort, elle était sans doute la même qu'au moment de la cessation de la vie. Or, pourquoi ce malade est-il mort à un moment plutôt qu'à un autre, puisque la lésion pathologique devait être à peu près identique avant et après ce moment? La mort est survenue parce qu'à un certain moment, il y a un élément organique donné qui a perdu ses propriétés, et, par conséquent, ses fonctions. La disparition

des fonctions de cet élément a ensuite amené une dislocation des autres fonctions de l'organisme. Donc, si nous voulons connaître une action toxique et savoir quel est le mécanisme réel de la mort, il faut que nous arrivions à connaître quel est l'élément qui le premier a été atteint, a cessé de fonctionner, et sous l'influence de quelles conditions il a perdu ses propriétés. C'est là seulement que se trouve l'explication de la cause de la mort.

Or, il arrive souvent, et le plus souvent même, que les causes réelles de la mort ne produisent aucune lésion pathologique qu'on puisse reconnaître sur les organes refroidis. Dans ce cas, l'autopsie cadavérique n'apprendra donc absolument rien, mais il en sera tout autrement de l'autopsie physiologique. Quand nous empoisonnons un animal, par exemple, par le curare, si nous faisions l'autopsie vingt-quatre heures après, nous ne trouverions aucune lésion cadavérique capable de nous expliquer la mort. Mais en pratiquant l'autopsie tout de suite, on comprend très bien la cause de la mort en étudiant tous les éléments organiques dans leurs propriétés; on trouve, en effet, qu'un élément important, la fibre nerveuse motrice, a perdu la propriété d'exciter les muscles. Ce fait nous rend parfaitement compte de la mort. Que résulte-t-il, en effet, de la destruction des nerfs moteurs? C'est que tous les mouvements cessent. Or, il y a des mouvements qui sont indispensables à la vie; les mouvements respiratoires sont dans ce cas. Leur cessation amène l'asphyxie, et par suite, la mort successive de tous les autres éléments organiques qui ne reçoivent plus l'influence vivifiante du sang oxygéné.

Puisque, chez l'animal empoisonné, nous comprenons ainsi, grâce à une autopsie exécutée immédiatement, le mécanisme de la mort, que nous n'aurions pu deviner si nous avions pratiqué l'autopsie vingt-quatre heures après l'empoisonnement, il faudrait de même, chez les malades, pouvoir faire aussi des autopsies physiologiques au moment de la mort. Quand un homme meurt, l'organisme ne périt jamais tout entier à la fois. C'est un ou plusieurs éléments qui meurent d'abord et entraînent ensuite la mort des autres. Pour connaître le mécanisme de la mort, il faudrait ici encore savoir quel est l'élément qui a perdu le premier ses propriétés; et, pour cela, je le répète, il faudrait faire l'autopsie immédiatement après la mort. Si ces autopsies ne sont pas permises sur l'homme, elles peuvent être pratiquées sur les animaux chez lesquels nous aurons fait naître des maladies; c'est, par conséquent, le mode d'opérer qu'il faudra suivre dans nos études de médecine expérimentale.

Pour étudier, dans les autopsies physiologiques extemporanées, les propriétés si fugaces des tissus et des éléments organiques vivants, il faut, on le comprend, qu'un laboratoire de médecine expérimentale soit installé d'une certaine façon. Il est nécessaire, en effet, d'avoir tous les moyens d'investigation disposés d'avance, parce que, s'il fallait préparer ses instruments ou monter ses appareils au moment de s'en servir, les propriétés vitales des éléments auraient le temps de disparaître ou de s'altérer profondément; de sorte qu'on ne pourrait plus faire son observation d'une manière convenable.

Ce sont donc les instruments nécessaires à l'étude

instantanée des propriétés physiologiques des divers tissus ou liquides organiques qui sont le premier besoin d'un laboratoire de médecine expérimentale, et c'est au fonctionnement de ces instruments qu'il faut d'abord s'habituer. Il y a ensuite un grand nombre d'autres instruments particuliers qui s'apppliquent à des expériences spéciales et que nous examinerons à mesure que nous pénétrerons plus avant dans l'étude de la médecine expérimentale.

En résumé, l'objet des recherches de la médecine expérimentale c'est d'abord d'analyser les phénomènes de la vie pour remonter jusqu'aux modifications physiologiques, pathologiques et thérapeutiques qui surviennent dans les propriétés des éléments organiques sous l'influence des diverses conditions. Ensuite, après les avoir étudiées et déterminées, nous devrons reproduire ces conditions et nous en rendre maîtres. Ces études nous conduisent directement, on le voit, à exercer une action modificatrice sur les propriétés des éléments organiques, et, par conséquent, sur les phénomènes de la vie. Mais un semblable but, nous le savons, ne peut être atteint qu'à l'aide de l'expérimentation convenablement pratiquée ; c'est donc dans l'art difficile des expériences qu'il faut d'abord nous perfectionner. Les expériences nous donnent les faits sur lesquels on doit finalament raisonner ; si les expériences sont mal faites, les conclusions qu'on en déduira seront nécessairement erronées : de sorte qu'on peut dire que le progrès de la médecine expérimentale sera maintenant en rapport direct avec les progrès de l'expérimentation.

Dans la science, ce n'est jamais le raisonnement qui a manqué; ce qui a toujours été difficile, c'est d'avoir des expériences exactes. Mais il faut, en outre, avoir une bonne critique expérimentale; c'est là un point essentiel que je me borne à signaler pour cette fois et sur lequel j'insisterai dans la séance prochaine.

Il faut aujourd'hui établir solidement la nécessité d'introduire en physiologie une discipline expérimentale rigoureuse. Quand il s'agit de médecine, tout le monde croit pouvoir se dispenser de cette discipline, peut-être parce qu'on n'en a pas assez démontré la nécessité, et parce qu'on n'a pas assez prouvé que jamais les résultats des expériences ne peuvent changer quand les conditions restent les mêmes. Toutes les contradictions, si fréquentes dans les sciences physiologiques et médicales, viennent de ce que les expérimentateurs se placent dans des conditions diverses et font réellement des expériences différentes, alors qu'ils croient faire les mêmes. Il faut donc, lorsqu'on pratiquera une expérience physiologique, l'exécuter suivant un procédé bien déterminé et convenablement discuté, procédé qu'il s'agira ensuite de suivre exactement quand on voudra obtenir les mêmes résultats.

Sans doute, on discutera toujours tant que la science marchera. Seulement il faut faire en sorte que les discussions ne portent pas sur les faits, mais seulement sur leurs interprétations. Les interprétations des faits sont relatives aux connaissances que nous possédons, et, à mesure que nos connaissances se développent, nous devons souvent changer d'opinion sur la manière de comprendre tous les résultats des expériences. Mais les faits en

eux-mêmes resteront inébranlables s'ils ont été bien établis dans des conditions convenablement précisées. C'est pourquoi je disais tout à l'heure que, par le perfectionnement des instruments et des procédés d'expérimentation, nous concourrons directement et efficacement à l'établissement de la médecine expérimentale, et nous préparerons l'avènement de cette médecine scientifiquement active.

L'EMPIRISME ET LE RATIONALISME DANS L'EXPÉRIMENTATION PHYSIOLOGIQUE — LA CRITIQUE EXPÉRIMENTALE (1).

Messieurs,

L'art d'expérimenter sur les êtres vivants, qui doit faire l'objet des leçons de cette année, n'est pas nouveau en lui-même, comme méthode générale d'investigation : il y a longtemps qu'on pratique la méthode expérimentale en chimie, en physique, dans les sciences qui étudient les corps bruts. Mais son application aux êtres vivants est toute récente ; là elle commence à peine à se produire, elle est encore dans l'enfance ; sa marche est hésitante, quelquefois même un peu désordonnée, parce qu'on n'a pas encore fixé ses procédés et établi les règles qui doivent la guider. Mais ces imperfections, inséparables des premiers débuts, disparaîtront plus tard, et l'expérimentation physiologique peut devenir et deviendra certainement aussi régulière que l'expérimentation physico-chimique.

En attendant, nous ne pouvons exposer ici une méthode d'expérimentation physiologique complète, coordonnée dans toutes ses parties, puisque cette méthode physiologique n'est pas encore constituée; mais nous devons en préparer l'avènement. Pour hâter ce progrès si dé-

(1) *Revue des cours scientifiques*, 6 février 1869.

sirable, en même temps que pour faciliter dès aujourd'hui les expériences, et pour épargner aux jeunes physiologistes bien des tâtonnements et des erreurs faciles à éviter, il faut donc poser immédiatement quelques jalons, qui empêcheront certains écarts, guideront la marche des nouveaux venus dans la science, et serviront plus tard à tracer d'une manière définitive la route de l'expérimentation en déterminant ses directions générales.

Dans la leçon précédente, j'ai dit que nous ne pouvions connaître les fonctions des êtres vivants qu'en arrivant aux éléments organiques ultimes qui constituent, par leur réunion, les organes ou appareils du corps. En manifestant leurs propriétés spéciales, ces éléments produisent, par la juxtaposition et la réaction mutuelle de ces diverses propriétés les unes sur les autres, les séries de phénomènes complexes qu'on voit naître et se développer chez les êtres vivants.

Lorsque nous observons la manifestation de ces phénomènes dans l'ensemble d'un animal, nous ne savons pas d'abord à quoi les attribuer, leur cause nous échappe complètement. C'est ainsi que, n'apercevant pas leur explication dans les forces qui nous sont connues, nous sommes conduits à supposer une force spéciale et distincte, la force vitale, qui est chargée d'en rendre compte. Mais la force vitale, comprise dans ce sens, n'est qu'une hypothèse dont l'insuffisance nous apparaît bientôt, lorsqu'on suit les résultats de l'analyse physiologique. Cette analyse nous montre, en effet, comme nous venons de le dire, que les phénomènes manifestés par un être vivant, par un animal, sont la conséquence des propriétés

des éléments organiques qui le constituent, que les causes des fonctions vitales résident en réalité dans ces éléments organiques et non dans l'ensemble de l'être. La question se déplace donc; ce n'est plus à l'être complexe tout entier, siège d'une force vitale imaginaire, qu'il faut nous adresser; ce sont les éléments anatomiques qui doivent contenir la cause des phénomènes de la vie.

Mais les éléments anatomiques sont placés à l'intérieur de l'organisme; dans l'état actuel des choses, nos moyens d'investigation ne peuvent donc les atteindre, nos regards ne peuvent traverser le corps pour voir ce qui s'y passe, et ils échapperaient par suite à nos études. L'expérimentation a pour but de supprimer cet obstacle; elle s'introduit dans l'organisme, elle pénètre jusqu'à ses dernières profondeurs pour saisir le fonctionnement de ses diverses parties élémentaires et déterminer leur rôle dans les phénomènes de l'ensemble. Mais elle n'arrive pas d'emblée aux éléments, elle étudie d'abord ce qu'il y a de plus facile; le mécanisme des grands systèmes d'organes, et des organes eux-mêmes, comme les fonctions des organes digestifs, du cœur, des artères, des vaisseaux lymphatiques, des veines, des nerfs et des muscles, etc. Puis elle examine les tissus qui composent ces organes, scrute ces tissus eux-mêmes, et y poursuit les éléments anatomiques dont la réunion en plus ou moins grand nombre les constitue : fibres nerveuses ou musculaires, cellules épithéliales ou glandulaires, etc.

C'est aux éléments anatomiques qu'il faut donc finalement arriver, dans l'analyse physiologique d'un phénomène, pour atteindre l'explication de ce phénomène.

Ainsi, quand on étudie une contraction musculaire, il faut chercher jusqu'à ce qu'on ait trouvé la raison d'action de la fibre contractile qui a produit ce mouvement; quand on observe un phénomène nerveux, par exemple, une sensation, un mouvement, il faut atteindre la fibre ou la cellule nerveuse qui en est le siége. Mais, si l'on doit aller jusqu'à l'élément anatomique, une fois arrivé là, il faut s'arrêter : les propriétés de cet élément anatomique sont la raison du phénomène. Nous ne pouvons rien chercher au delà sans dépasser les limites de la science et sans tomber dans des difficultés que nous n'avons aucun moyen de résoudre.

Le but de l'expérimentation physiologique, c'est donc de rechercher les propriétés des éléments chez les êtres vivants, et de rattacher ces propriétés intimes aux phénomènes complexes qui se manifestent dans l'ensemble de l'être.

Chez les corps bruts, l'étude des propriétés des éléments, qui est aussi le but de la science, est relativement simple : aussi l'expérimentation physico-chimique s'est-elle développée depuis longtemps. Chez les êtres vivants, au contraire, l'étude des éléments est bien plus difficile à cause de la délicatesse de leurs propriétés; c'est cette difficulté extrême qui explique l'état relativement peu avancé de l'expérimentation physiologique. Mais, quoique cette expérimentation soit très difficile, nous ne devons pas moins l'employer, car il n'y a pas d'autre moyen de pénétrer le secret des phénomènes de l'organisme. Malgré les obstacles considérables que présente la pratique, nous devons donc marcher résolûment dans cette voie qui

seule peut nous conduire à la découverte des lois de la vie.

Ces obstacles doivent d'autant moins nous arrêter ou décourager nos efforts, que le but de l'expérimentation est bien clair et bien net; il est absolument le même dans l'étude des êtres vivants que dans celle des corps bruts. D'un côté comme de l'autre, nous voulons déterminer les conditions sous lesquelles se manifestent les phénomènes de la matière.

L'analogie est complète, car la matière vivante, aussi bien que la matière brute, est inerte par elle-même ; elle ne manifeste ses propriétés que lorsqu'elle y est provoquée par l'influence de conditions déterminées et extérieures à elle. Parmi les circonstances ambiantes qui agissent sur une matière donnée, soit organisée, soit inorganique, pour produire la manifestation de ses propriétés ou l'apparition d'un phénomène, il s'agit donc toujours de *déterminer*, entre les circonstances accessoires qui entourent le corps, quelle est celle qui constitue la condition essentielle et nécessaire du phénomène, de telle sorte que celui-ci se reproduise toujours lorsque cette condition existe, et qu'il ne se reproduise jamais lorsqu'elle n'existe pas.

La découverte de cette condition élémentaire est le point capital de la science, car c'est seulement quand nous la connaissons que nous devenons maîtres du phénomène. Il suffit pour cela de faire naître ou d'écarter cette condition déterminante du phénomène.

Ce déterminisme expérimental ne soulève aucun doute pour la science des corps bruts. Lorsque nous savons

que telle combinaison minérale se produit dans telles circonstances, personne ne conteste qu'elle se reproduira, si l'on réunit de nouveau les mêmes circonstances. Si l'on fait réagir de l'oxygène et de l'hydrogène en proportions convenables et dans les conditions reconnues nécessaires, tout le monde est sûr qu'on aura de l'eau, et qu'on n'en obtiendra pas si l'on ne remplit pas les conditions de l'expérience.

En physiologie, c'est exactement la même chose. Lorsqu'on a bien déterminé les conditions élémentaires d'un phénomène, il est certain qu'il se manifestera toutes les fois que les mêmes conditions se trouveront réunies, et que, si elles ne le sont pas, il ne se manifestera point. Donc, en réunissant ou en écartant ces conditions, on peut provoquer ou empêcher le phénomène au moment précis où on le veut. C'est là le point important, non seulement pour la physiologie, mais aussi et surtout pour la médecine expérimentale, qui doit agir sur les états morbides. Or, cette science ne peut arriver à son but qu'à la condition de savoir faire jouer à son gré tous les ressorts de l'organisme, de manière à enrayer la marche des phénomènes morbides qu'elle veut détruire ou à provoquer au contraire l'apparition des phénomènes qu'elle veut entretenir.

Agir sur la nature, tel est le résultat le plus élevé de la science ; c'est le but même de l'homme, qui a le monde devant lui pour le conquérir et le soumettre à sa domination. Cette conquête du monde matériel, les sciences physico-chimiques l'ont entreprise et réalisée depuis longtemps dans leur domaine ; elles agissent tous les

jours sur la nature par ces magnifiques applications à l'industrie qui ont pris, particulièrement dans notre siècle, un développement si considérable. La physiologie doit faire de même ; le champ qui est offert à sa conquête, c'est la nature vivante. Elle doit, comme je l'ai dit tout à l'heure, apprendre à faire jouer à sa volonté tous les ressorts, c'est-à-dire les éléments de l'organisme, à provoquer chez les êtres vivants la manifestation de leurs diverses propriétés, comme les sciences physico-chimiques s'emparent des forces de la nature brute pour les faire agir à notre gré. Elle atteindra ce but chez les êtres vivants, comme il l'est déjà en partie chez les corps bruts, par la connaissance des conditions essentielles de chaque phénomène.

Cette définition exacte des conditions dans lesquelles se manifeste un phénomène constitue ce que j'ai appelé le *déterminisme* du phénomène. Cette détermination des conditions doit être absolue par elle-même : si un phénomène se passait de la même manière, dans des conditions essentielles différentes, ou s'il variait lorsque les conditions restent invariables, il est clair qu'il n'y aurait plus de science possible ; car ce serait admettre que des causes diverses produisent des résultats identiques, et que la même cause engendre des effets différents. Ce serait, en un mot, nier le principe même de la science, et prétendre que la nature vivante n'a pas de lois, car le premier caractère d'une loi est d'être invariable. La recherche de ces conditions essentielles d'existence des phénomènes, ou, en d'autres termes, des lois des phénomènes, forme le but de l'expérimentation, et l'art

d'expérimenter consiste à se placer dans des circonstances telles que l'apparition ou la non-apparition du phénomène en soit la conséquence constante.

Dans les sciences physico-chimiques, ainsi que nous l'avons déjà dit, l'expérimentation est très avancée et l'art de l'expérimentateur fort perfectionné; mais nous savons qu'il est bien loin aujourd'hui d'en être de même dans les sciences de la vie. Quand un physicien ou un chimiste fait une expérience, il sait exactement dans quelles conditions il opère, et, par suite, lorsqu'il veut répéter cette expérience, il retrouve aisément ses conditions primitives pour s'y replacer de nouveau. Aussi obtient-il toujours le même résultat, et il n'entrerait jamais dans sa pensée qu'il pût en être autrement. Si un chimiste réunissait mille fois de l'hydrogène et de l'oxygène dans des conditions déterminées, toujours les mêmes, jamais on ne lui ferait croire que tantôt il obtiendra de l'eau, et que tantôt il n'en obtiendra pas.

En physiologie, au contraire, et surtout en médecine, rien n'est plus commun que des raisonnements de ce genre. On voit tous les jours des physiologistes ou des médecins nous dire: j'ai institué une expérience, et j'ai obtenu tel résultat; une autre personne a fait cette même expérience et a obtenu autre chose; une troisième l'a répétée à son tour, et n'a rien obtenu de semblable aux deux premières. Les auteurs enregistrent ces résultats contradictoires, et l'on a souvent l'air de tout accepter comme s'il devait naturellement en être ainsi. Beaucoup de gens ne s'étonnent ni ne se choquent de ces contradictions. On dit que cela tient à la nature de l'animal, à

une idiosyncrasie, à une disposition individuelle et momentanée, à l'influence de la vie, etc.

Quand on pratique des séries d'expériences sur les animaux avec un poison ou un virus quelconque, on trouve par exemple que l'un des animaux a péri, qu'un autre a survécu, et ainsi de suite. Puis on conclut que la substance expérimentée a été toxique dans un certain nombre de cas et ne l'a pas été dans d'autres, et il semble que la chose soit naturelle. On fait même de la statistique, on réunit des observations provenant des origines les plus diverses, et faites dans des conditions variées, et l'on déduit de l'ensemble de leurs résultats une proportion qu'on pose en disant qu'elle représente la loi du phénomène.

Cependant de pareilles discordances sont absolument incompatibles avec la donnée même de toute science, et il est impossible que les choses se passent ainsi en réalité : quand on opère dans les mêmes conditions, les résultats doivent toujours être les mêmes.

Si, en répétant une expérience, on obtient tantôt un résultat et tantôt un autre, si un animal inoculé d'une maladie virulente l'a contractée, tandis qu'un autre, inoculé également, n'a rien éprouvé, on ne saurait conclure que cette discordance des résultats d'une même opération est un fait auquel on ne peut éphapper.

Non, les deux expériences sont nécessairement différentes si elles ont donné des résultats contradictoires. Le fait acquis, c'est qu'on a observé des phénomènes différents; mais ce qui n'est plus un fait acquis, c'est qu'on ait opéré dans les mêmes conditions. Le contraire est

même démontré par cela seul que les résultats ne sont pas les mêmes. Il faut donc chercher la cause de cette divergence.

La contradiction des expériences prouve une seule chose, c'est qu'il y a là des conditions encore inconnues qui ont échappé à l'expérimentateur. Une fois que toutes les conditions de l'expérience seront bien déterminées et connues, on pourra indiquer d'avance avec certitude le résultat constant de l'expérience. Le même résultat se présentera toujours, et invariablement. La science n'admet pas les exceptions ; sans cela il n'y aurait aucun déterminisme dans la science, ou plutôt il n'y aurait plus de science, la nature n'aurait pas de lois, et les phénomènes de la matière se succéderaient sans loi.

Aujourd'hui, l'expérimentation physiologique est encore dans l'enfance. L'expérimentation, en effet, comme l'observation elle-même, doit nécessairement passer par deux états successifs, une période d'empirisme et une période scientifique. Or, en ce moment, l'expérimentation physiologique n'est pas encore sortie de sa première période, elle est toujours empirique, et il est bon de donner quelques mots d'explication à ce sujet.

L'empirisme est l'opposé du rationalisme ; il exclut tout raisonnement, et n'accepte que des faits bruts, isolés, sans chercher à les commenter les uns par les autres, ni à les relier en théories. Mais si l'empirisme est excellent pour accumuler les faits et pour arrêter les écarts du raisonnement, il est tout à fait insuffisant à lui seul; il ne parviendra jamais à fonder la véritable science, car la science demande toujours l'intervention du raisonnement,

et, contrairement à l'empirisme, elle doit être rationnelle. La vérité ne peut être illogique; tout ce qui est vrai est nécessairement rationnel; tout remonte finalement à la raison, le grand criterium selon Kant.

Nous repoussons donc énergiquement l'empirisme comme état définitif de la recherche scientifique; c'est une période qu'il faut traverser, mais n'y pas rester; il faut arriver le plus tôt possible au rationalisme, qui est la forme scientifique. En un mot, l'empirisme constate les faits, et la science rationnelle les coordonne et les élève à l'état de théories.

La seconde période de la science de l'expérimentation consiste donc à quitter l'empirisme pour revêtir la forme scientifique. La médecine expérimentale ne pourra se fonder comme science que lorsque l'expérimentation elle-même sera parvenue à un état scientifique assez avancé. Aussi est-ce le but que nous poursuivons d'une manière constante.

Je vous ai cité un médecin et physiologiste français dont les travaux mettent parfaitement en évidence les avantages et les inconvénients de l'empirisme expérimental, c'est Magendie.

Nous avons déjà dit qu'il laissait ces expériences à l'état brut et refusait de raisonner sur elles ou même de les grouper pour chercher à les compléter, à en faire disparaître les contradictions et à les éclairer l'une par l'autre. Aussi Magendie a-t-il été vivement critiqué parce qu'on ne l'a pas compris; et je dois dire qu'il était difficile de le comprendre. Son empirisme était en quelque sorte instinctif, inconscient; il ne l'érigeait point en système.

Moi-même, qui ai vécu longtemps avec Magendie, je ne l'ai compris que fort tard.

De lois physiologiques, Magendie n'en parlait jamais et ne voulait pas qu'on en parlât. Il n'y croyait pas, puisqu'il ne croyait pas la science faite; il ne croyait qu'au fait d'expérimentation brute.

Pendant un voyage que Tiedemann fit à Paris, Magendie lui parlait de ses récentes expériences sur le liquide céphalo-rachidien : il lui dit que ce liquide ne se trouvait pas dans l'arachnoïde, et qu'il avait observé ses mouvements en dehors de cette cavité. Tiedemann lui répondit aussitôt : « Cela n'est pas possible, car la loi des séreuses de Bichat nous apprend que le liquide sécrété par les séreuses est toujours contenu dans la cavité que forment ces membranes. »

Je ne vous parle pas de lois des séreuses, lui répliqua Magendie; je vous dis que le liquide céphalo-rachidien est situé au-dessous de l'arachnoïde et non dans sa cavité; et, si vous voulez, je vous le montrerai sur un animal vivant. Je ne m'occupe pas de la loi, parce que cela ne saurait rien changer au fait.

On a, ainsi que je vous le disais tout à l'heure, bien des fois critiqué les expériences de Magendie en leur reprochant leur désaccord et les contradictions qui en résultaient; on lui reprochait d'être un mauvais expérimentateur, puisqu'il ne s'occupait pas de mettre ses expériences d'accord. Mais ceux qui l'ont critiqué se sont souvent trompés eux-mêmes en voulant les mettre d'accord, parce qu'ils manquaient de critérium pour cela. En effet, pour critiquer des expériences, il faut avoir un

criterium; et c'est précisément la découverte de ce criterium qui fait passer l'expérimentation de l'état empirique à l'état scientifique. Or, ce criterium, indispensable dans la physiologie comme il l'est dans les sciences des corps bruts, je le trouve dans le déterminisme des conditions de chaque phénomène. C'est donc ce déterminisme qu'il faut chercher avant tout, et, tant qu'on n'y est pas arrivé, la critique reste inféconde, parce qu'elle manque de sa base nécessaire.

Je vais vous citer à ce sujet un exemple devenu célèbre et que j'ai fort souvent rappelé, parce qu'il est très instructif pour les expérimentateurs, et qu'il démontre bien l'importance du déterminisme des conditions opératoires, quand on veut fonder une bonne critique expérimentale. Il s'agit de la discussion sur la sensibilité récurrente entre Magendie et M. Longet, et des diverses péripéties qu'a subies la question.

Magendie avait découvert, en 1822, les fonctions distinctes des racines antérieures et postérieures des nerfs rachidiens; mais il ne s'expliqua point très catégoriquement sur la sensibilité ou l'insensibilité de ces racines. Plus tard, il reprit ses expériences, et fit de nouvelles observations qu'il ne chercha pas à concilier avec les premières, se bornant toujours à exposer empiriquement ce qu'il constatait.

Magendie ne s'inquiétait jamais des lois physiologiques; il ne pouvait donc pas se laisser ici influencer par elles, et ses opinions suivirent toutes les fluctuations de ses expériences.

Or, en 1839, il obtint des résultats encore différents

de ceux qu'il avait observés jusqu'alors. Dans ses premières expériences, les racines antérieures lui avaient bien donné quelquefois des marques de sensibilité, mais trop faibles et trop peu constantes pour qu'il ait osé en affirmer clairement l'existence. Cette fois, au contraire, il trouvait ces racines antérieures très sensibles, et, pendant tout un semestre, il montra à ses auditeurs, dans cette chaire, les manifestations de cette sensibilité qu'il nomma sensibilité en retour ou récurrente, à cause de la manière dont elle se comporte. En effet, cette sensibilité des racines antérieures leur venait des racines postérieures, car elle disparaissait quand on coupait ces dernières racines; et, si l'on sectionnait la racine antérieure entre la moelle épinière et la réunion des deux racines, c'était le bout périphérique seul, séparé de la moelle, mais resté en rapport avec les racines postérieures par la périphérie, qui continuait à manifester de la sensibilité; le bout central au contraire était devenu complètement insensible.

Il s'éleva alors, entre Magendie et M. Longet, une discussion de priorité dans laquelle nous n'avons pas besoin d'entrer ici, si ce n'est pour constater que M. Longet avait vu, à cette époque, la sensibilité récurrente, et y croyait d'une manière complète. Mais M. Longet, voulant étudier lui-même cette question, reprit les expériences de Magendie, et il trouva, quant à lui, que les racines antérieures restaient complètement insensibles.

Il critiqua alors les travaux de Magendie, montra que ses expériences de 1839 étaient en contradiction avec celles de 1822, et il le pressait de déclarer quelles étaient

les bonnes expériences, celles de 1822 ou celles de 1839. Où était la vérité et à quel résultat Magendie voulait-il s'arrêter ?

Quant à Magendie, son esprit sceptique et empirique s'inquiétait peu de ces divergences; toutes ses expériences étaient pour lui des faits qu'il acceptait également sans prétendre les concilier.

Mais M. Longet avait des dispositions d'esprit très différentes, et un tel résultat ne pouvait le satisfaire. Il répéta donc avec constance et avec soin un grand nombre d'expériences. Après de longues recherches, il finit par se décider pour la négative, et par conclure que Magendie s'était totalement trompé en 1839, lorsqu'il avait cru voir dans les racines antérieures une sensibilité qui n'y existait pas.

Par ces études, M. Longet aspirait sans doute à sortir de l'empirisme expérimental et voulait arriver à des résultats identiques. Mais cependant, de quel droit condamnait-il certaines expériences au nom d'autres expériences qui leur étaient contradictoires ? Il est certain que toutes étaient également des faits. On ne peut pas trier les expériences, garder les unes et exclure les autres ; il faut les mettre chacune à sa place en déterminant leurs conditions propres d'existence. C'est ainsi qu'on ne fait de la critique expérimentale, féconde et décisive, qu'à la condition d'avoir un *criterium* solide puisé dans le déterminisme absolu des conditions de chaque phénomène.

Quoi qu'il en soit, la sensibilité récurrente était niée, et M. Longet présenta son travail aux concours de l'Académie des sciences. Il répéta, devant la commission, ses

expériences qui réussirent parfaitement, et il obtint un prix pour avoir démontré que la sensibilité récurrente n'existait pas. Ce jugement prouvait simplement que les faits négatifs existaient ; mais il ne pouvait démontrer que les faits négatifs détruisaient les faits positifs.

Du reste, la question devait encore passer par d'autres péripéties. Magendie, qui pendant plusieurs mois avait montré à volonté dans ses cours les phénomènes de la sensibilité récurrente, devait être étonné de ces dénégations. Il voulut donc reprendre ses expériences ; mais il arriva ce fait singulier qu'il ne parvint pas à retrouver cette sensibilité récurrente qu'il obtenait autrefois d'une manière si constante et si aisée. Je participai moi-même à ces essais avec Magendie, sans comprendre la raison de cette disparition singulière de la sensibilité récurrente, mais ne pouvant renoncer toutefois à mes souvenirs, qui me l'avaient montrée de la façon la plus claire quand j'assistais aux premières expériences ds Magendie, en 1839.

Je faisais des cours particuliers de physiologie expérimentale, j'avais souvent occasion de répéter ces expériences, qui me donnèrent pendant longtemps les mêmes résultats négatifs. Cependant la préparation de l'expérience paraissait bien simple, et elle était la même dans tous les cas : on ouvrait le canal vertébral pour mettre la moelle épinière à nu, et l'on examinait les racines des nerfs qui en sortent. Où avait donc pu se glisser l'erreur dans cette série d'opérations qui semblaient si parfaitement identiques quant à leurs conditions opératoires ? Personne ne pouvait le dire pour le moment, et la

question en était arrivée à ce point, vers 1840 et 1841, que les racines rachidiennes antérieures n'étaient plus sensibles après l'avoir été pendant quelques mois, en 1839. Était-ce là une conclusion admissible? Pour ma part, je ne pouvais l'accepter parce que j'avais été, ainsi que je l'ai dit, personnellement témoin des expériences faites autrefois au cours de Magendie. Je gardais donc dans l'esprit cette conviction que les deux ordres de résultats existaient également, mais qu'il devait y avoir une condition propre à chacun d'eux qui avait échappé dans les expériences.

C'est alors que j'entrepris des recherches nouvelles sur la sensibilité récurrente, pour tâcher de découvrir la cause de ces singulières vicissitudes de l'expérimentation.

En y réfléchissant beaucoup, je finis par me rappeler que dans les premières expériences de Magendie il s'écoulait toujours un certain temps, une heure ou plus, entre le moment où l'on ouvrait le canal rachidien et celui où l'on recherchait la sensibilité récurrente sur les racines antérieures. En effet, l'animal était préparé un peu avant la leçon dans le laboratoire, et c'était seulement pendant la leçon qu'on opérait sur lui pour examiner la propriété de ses racines. Je remarquai au contraire que, dans les expériences plus récentes qui n'étaient plus faites en vue d'un cours, Magendie et M. Longet avaient examiné les racines antérieures immédiatement après avoir ouvert le canal vertébral. Il y avait donc là une question de temps dont on n'avait pas tenu compte.

Je supposai que cette circonstance pouvait avoir exercé une certaine influence sur la différence des résultats. Pour m'en assurer, je répétai les deux expériences en me plaçant successivement dans les deux conditions. Je vis en effet que, si je pinçais les racines antérieures immédiatement après avoir largement ouvert le canal vertébral, je n'obtenais aucune marque de sensibilité chez l'animal affaibli et épuisé par la douleur de l'opération ; mais que, si j'attendais une heure ou deux pour renouveler ensuite cette excitation, la sensibilité récurrente se manifestait d'une manière fort nette, parce que l'animal reposé était dans d'autres conditions.

Il était donc démontré que les anciennes expériences et les nouvelles n'avaient pas été faites dans les mêmes conditions, ce qui expliquait tout naturellement qu'elles ne fournissent pas le même résultat.

Il fallait maintenant discuter chacun des résultats et déterminer celui des deux qui devait être accepté comme normal ou comme répondant aux conditions physiologiques. Il est évident que c'était le résultat obtenu chez l'animal reposé, bien que cependant la sensibilité récurrente se développe et s'exagère sous l'influence de la dénudation des nerfs.

D'ailleurs, en ne faisant qu'une ouverture très limitée du canal vertébral, et en chloroformisant les animaux, on peut obtenir la sensibilité récurrente aussitôt après l'opération, et sans laisser reposer longtemps les animaux. On obtient également la sensibilité récurrente sur le nerf facial, qui peut être mis à découvert sans grande mutilation et par une simple incision de la peau. Donc,

la sensibilité récurrente se manifeste dans les conditions physiologistes, et ne saurait être considérée comme un résultat pathologique. Mais ici, comme partout, le cas pathologique et physiologique se confondent, puisqu'ils ne sont en quelque sorte qu'un degré du phénomène dans une condition donnée. Ce qui était important, c'était de déterminer cette condition.

On voit donc que, s'il faut s'efforcer de ne pas laisser les expériences physiologiques à l'état brut de l'empirisme, s'il faut chercher à les comprendre, c'est en expliquant leurs divergences, en les conciliant entre elles mais non en faisant de l'exclusivisme et en niant les unes au profit des autres.

J'ai dit autrefois qu'il n'y a pas de mauvaises expériences : toutes sont bonnes dans leurs conditions respectives. Tant que les expériences ne sont pas d'accord, c'est qu'il y a une ou plusieurs conditions du phénomène qui ont échappé à l'expérimentateur; c'est qu'on n'est pas arrivé au déterminisme expérimental, c'est-à-dire qu'on ne connaît pas encore toutes les circonstances dans l'ensemble desquelles se produit ce phénomène. C'est là le problème, car la science, selon l'expression de Léonard de Vinci, n'est au fond que l'étude des circonstances des choses. C'est la connaissance de toutes ces circonstances que j'appelle le déterminisme. Nous devons donc toujours avoir présent à l'esprit ce principe du déterminisme absolu et nécessaire des phénomènes pour nous guider dans la critique expérimentale, car, je le répète encore, chez les êtres vivants aussi bien que chez les corps bruts, il est impossible que dans des circon-

stances identiques il ne se produise pas des phénomènes identiques.

Mais le déterminisme doit posséder uue qualité philosophique essentielle : c'est d'être rationnel. Je vais encore vous citer un exemple de critique expérimentale qui vous fera bien comprendre ma pensée.

M. Vulpian avait entrepris une série d'expériences fort intéressantes sur le venin du crapaud. En inoculant ce venin à divers animaux, il avait constaté qu'ils étaient empoisonnés, et il avait obtenu une mort très prompte, notamment en opérant sur des grenouilles. M. Vulpian avait même déterminé le mode d'action de ce venin, en montrant que le mécanisme de la mort résultait de l'arrêt du cœur : c'était donc ce qu'on appelle un poison du cœur. Mais en inoculant ce venin du crapaud sur le crapaud lui-même, M. Vulpian observa que l'animal n'était pas empoisonné et ne paraissait rien ressentir par l'action de son propre venin. Ainsi, la conclusion des expériences à laquelle on arrivait, c'était que le venin de crapaud était toxique pour la grenouille et ne l'était pas pour le crapaud.

Dans le cas de M. Vulpian comme dans celui de M. Longet, je connaissais l'habileté des expérimentateurs, et je ne songeais pas à contester ces expériences en elles-mêmes ; mais, tout en admettant les expériences de M. Vulpian comme faits bruts, je ne pouvais cependant accepter les conclusions qu'il en tirait, quoiqu'elles parussent n'être que le résultat des faits ; je ne pouvais accepter ces conclusions parce qu'elles étaient irrationnelles. Par conséquent, elles ne pouvaient être l'expres-

sion d'un déterminisme scientifique ; elles ne pouvaient être que des résultats empiriques.

Comment, en effet, admettre qu'un poison qui arrête immédiatement le cœur de la grenouille n'arrête pas celui du crapaud? C'était évidemment conclure que ces deux cœurs avaient une nature différente, puisqu'ils possédaient des propriétés tellement distinctes, que ce qui était poison pour l'un ne l'était pas pour l'autre. Or, sur deux animaux si rapprochés par leur nature, une pareille conclusion était absolument irrationnelle et antiscientifique ; et s'il y avait de pareilles différences entre deux animaux aussi voisins à tous égards que le crapaud et la grenouille, quel sens pourraient donc conserver, relativement à la physiologie de l'homme, les expériences faites sur des animaux assurément bien plus différents de lui?

Au lieu du déterminisme que nous cherchons et qui peut seul constituer la science, nous arriverions ainsi à un indéterminisme absolu. La science cesserait d'être possible, et les mots eux-mêmes n'auraient plus de sens. Que signifierait-il, en effet, de parler de fibres musculaires, si cette expression englobait des éléments jouissant de propriétés absolument différentes par leur nature physiologique? Si un pareil résultat était jamais acquis, les professeurs de physiologie n'auraient qu'à donner leur démission, car la science qu'ils poursuivent ne serait qu'une chimère.

Je répétai donc les expériences de M. Vulpian sur le crapaud ; je les repris en me plaçant exactement dans les mêmes conditions que l'auteur, et j'obtins en effet les

résultats qu'il avait annoncés. Comme lui, j'inoculai au crapaud la même quantité de venin avec laquelle on tue la grenouille à coup sûr, et le crapaud ne mourut pas; mais en forçant la dose de venin, j'arrivai à empoisonner le crapaud tout aussi bien que la grenouille.

Le crapaud pouvait donc être empoisonné par son propre venin comme la grenouille, mais il fallait pour cela une quantité de venin plus considérable. Voilà toute la différence. Sans doute, ceci est encore bien une différence, mais c'est une différence d'un tout autre ordre, et qui n'a plus les mêmes conséquences que celle qui découlait des conclusions de M. Vulpian : au lieu d'être une différence dans la nature des propriétés, c'est une simple différence de degré. Les éléments anatomiques doivent nécessairement avoir des propriétés identiques par leur nature dans toute la série animale. Si l'on trouvait, par exemple, qu'une certaine fibre musculaire n'a pas toutes les propriétés essentielles des autres fibres, ou en possède de spéciales que celles-ci n'ont pas, il faudrait cesser de la considérer comme une fibre musculaire pour en faire un élément organique distinct. Mais de ce que les propriétés d'un élément anatomique doivent rester partout identiques par leur nature, il n'en résulte pas qu'elles soient nécessairement identiques par leur intensité. Ceci n'est plus du tout la même chose, et nous savons très bien, au contraire, que l'intensité de ces propriétés varie beaucoup, non seulement d'un animal à un autre, mais aussi chez le même animal, sous l'influence d'une foule de causes diverses. La dose d'une substance active quelconque qui est capable de produire un certain effet peut

donc changer dans des limites très considérables, par suite de l'intensité différente des propriétés de l'élément anatomique dans les diverses conditions où l'on opère ; mais la nature de l'effet reste toujours la même, et, faible ou fort, il doit toujours exister, puisque la propriété à laquelle il correspond existe toujours.

Vous devez maintenant comprendre, après les deux exemples intéressants que je vous ai rapportés, la manière dont il faut concevoir la critique expérimentale. La vraie critique n'est pas la critique d'exclusion : c'est celle qui ne détruit rien et concilie tout par un déterminisme rationnel des phénomènes. Quand on en est arrivé là, toute discussion cesse forcément. Aussi, aujourd'hui, les questions litigieuses dont je vous ai parlé sont-elles définitivement jugées. M. Longet, M. Vulpian et moi nous sommes tous d'accord maintenant, et tout le monde peut se rendre compte des faits. S'il y a d'autres questions de physiologie sur lesquelles on discute (et il y en aura toujours), il faut donc bien savoir qu'on ne pourra s'entendre que lorsqu'on aura d'abord fixé le déterminisme exact de chaque expérience qui donne à chacune d'elles sa signification et sa valeur. C'est là qu'est le vrai progrès de la science expérimentale.

On invoque souvent l'influence de la vie, sans spécifier son mécanisme, pour expliquer les contradictions des expériences. Mais c'est tout à fait à tort : cette influence ne doit jamais intervenir dans les discussions expérimentales. Ce n'est pas que je veuille nier l'influence de la vie : assurément cette influence existe, mais simplement comme cause première qui préside à la fonction des élé-

ments des tissus et des organes. C'est elle, si l'on veut, qui leur donne les propriétés qui les caractérisent et dont nous étudions les manifestations ; c'est d'elle que leur viennent les forces spéciales qui les animent, et que nous ne trouvons pas dans les corps bruts. Mais, une fois ces propriétés créées sous l'influence de la vie, elles fonctionnent de la même manière que celles des corps bruts. La vie n'y est plus pour rien, et il n'y a pas à la faire intervenir dans le déterminisme des phénomènes. Les propriétés des corps vivants sont plus délicates que celles des corps bruts, mais c'est là toute la différence quant à leur manifestation.

Sans doute, cette délicatesse des phénomènes de la vie engendre les difficultés les plus grandes, parce que nous n'avons, pour les étudier, que des instruments relativement fort grossiers et des méthodes fort imparfaites ; mais, pour nous orienter au milieu de ces difficultés de tout genre, il faut poser fermement hors de toute discussion le principe même de notre méthode : le déterminisme. Dans l'étude d'un phénomène quelconque, il faut toujours prendre pour but la détermination *absolue* et *rationnelle* de ses conditions d'existence, de manière à devenir absolument maître du phénomène et à le produire ou à l'empêcher à notre gré.

Quand nous serons arrivés à connaître ce déterminisme parfait, nous saurons toujours exactement ce que nous faisons, non seulement en physiologie, mais aussi en médecine, c'est-à-dire en pathologie et en thérapeutique.

HISTOIRE DE L'EXPÉRIMENTATION PHYSIOLOGIQUE. — L'ART D'EXPÉRIMENTER SUR LES ÊTRES VIVANTS (1).

MESSIEURS,

Pour étudier les phénomènes des êtres vivants et découvrir les lois qui les régissent, il n'est pas nécessaire, comme on le pensait jadis, de connaître l'essence même de la vie. Nous n'avons donc pas à nous occuper de l'essence de la vie, pas plus que de celle de la pesanteur, de la combustion ou de tout autre phénomène physique ou chimique; ce qui ne nous empêche pas d'étudier ces phénomènes, de mesurer leur intensité, de déterminer leurs conditions, et même de nous en rendre maîtres au point de les produire ou de les empêcher à notre gré. L'essence des choses nous échappera toujours, non seulement en physiologie, mais dans tous les ordres de sciences possibles. Nous ne devons pas prétendre à saisir la nature intime de la matière; ses propriétés seules tombent sous nos sens, et nous ne pouvons étudier que leurs manifestations. Mais cela nous suffit, car le savant ne doit pas aspirer à connaître autre chose. Nous ne cherchons à déterminer que les conditions des phénomènes,

(1) *Revue des cours scientifiques*, 27 février 1869.

leurs causes secondes ou immédiates, sans nous inquiéter de leur cause première, qui n'est pas du domaine de la science, et dont la poursuite serait tout à fait chimérique en même temps qu'inutile à notre but.

Pour atteindre les conditions d'existence des phénomènes, nous avons vu qu'il fallait les analyser en poussant cette analyse aussi loin que possible. Ainsi, en chimie, on est parti des corps les plus complexes, et d'analyse en analyse, de progrès en progrès, on est arrivé jusqu'aux corps simples, aux éléments, dont la combinaison en nombres et en proportions diverses forme toutes les substances de la nature brute. En physiologie, il faut de même pousser l'analyse jusqu'aux éléments organiques dont la réunion constitue les êtres vivants.

Ce que nous disons de la physiologie s'applique également à la médecine expérimentale, car ces deux sciences ne sont qu'une seule et même chose : ce sont toujours les phénomènes de la vie que nous avons à considérer dans des conditions diverses. La pathologie de l'homme malade et la physiologie de l'homme sain ne sont que deux faces de la physiologie de l'homme : d'un cas à l'autre les lois ne sauraient varier. Les conditions au milieu desquelles se développent les maladies ne peuvent introduire dans l'organisme des forces qui n'y fussent pas avant elles, ni créer une physiologie pathologique opposée à la physiologie normale. Les conditions morbides dérangent la marche normale des fonctions de l'organisme, mais toujours en se conformant à ses lois ordinaires, comme les perturbations des astres sont le résultat des lois mêmes qui règlent leur cours normal. L'homme

ne peut tomber malade et mourir qu'en vertu des lois mêmes qui le faisaient vivre en bonne santé.

La physiologie et la médecine expérimentale, étudiant des phénomènes de même nature, doivent donc procéder analytiquement d'une manière identique. Mais l'analyse de l'organisme ne pouvait être que progressive; il était impossible d'arriver du premier coup aux grandes délicatesses sans avoir d'abord pour ainsi dire dégrossi le sujet et séparé les parties principales, qu'il était plus facile de distinguer les unes des autres. Les premières expériences devaient donc nécessairement être fort grossières : on a commencé par opérer sur les organes en masse; plus tard, on est arrivé aux tissus, et l'on a poussé enfin jusqu'aux éléments organiques, car il était impossible de débuter par des expériences perfectionnées avant d'avoir passé par des expériences imparfaites.

L'origine de l'expérimentation physiologique remonte très loin. On la trouve déjà chez les Grecs; Galien nous en a laissé un assez grand nombre d'exemples. Ses expériences consistaient généralement à supprimer des organes pour examiner les troubles qui en résultaient, et conclure ainsi aux fonctions des organes enlevés. Par exemple, il avait coupé les nerfs laryngés et vu leur influence sur la voix. Galien, et avant lui Erasistrate, savaient également qu'une piqûre entre l'occipital et l'atlas déterminait la mort; seulement ils l'attribuaient, dans ce cas, à la lésion des membranes cérébrales, etc. Plus tard, appuyé sur les travaux des anatomistes italiens, et surtout de son maître, Fabrice d'Acquapendente,

Harvey découvre la circulation du sang et étudie son mécanisme. On n'en est encore qu'aux organes. Plus tard encore, on avance un peu plus, on fait la topographie du système nerveux et l'on détermine l'ensemble de ses prooriétés ; puis on distingue les nerfs en deux classes, les nerfs moteurs et les nerfs sensitifs, avec des propriétés toutes différentes ; enfin on distingue ces nerfs sensitifs de divers genres par les fonctions qu'ils remplissent, les nerfs des sens spéciaux par exemple. Par une analyse de plus en plus profonde, on a, plus récemment encore, distingué de nouvelles catégories de nerfs, tels que les nerfs vaso-moteurs, etc.

L'anatomie suit une marche parallèle. On a débuté par l'anatomie topographique et par l'anatomie descriptive, qui examinent les organes dans leur ensemble et par systèmes. Plus tard arrive l'anatomie générale, qui détermine les tissus dont sont formés tous les organes, et qui devient enfin l'histologie, en découvrant, par l'analyse de ces tissus, les éléments organiques qui les constituent.

Ainsi, de progrès en progrès, d'analyse en analyse, l'anatomie et la physiologie en sont arrivées maintenant aux éléments organiques eux-mêmes. Tel est l'état actuel de la science. Pour ne pas rester en arrière de son temps, il faut donc aujourd'hui, toutes les fois qu'on étudie un phénomène, chercher à parvenir jusqu'aux éléments organiques dans lesquels il réside. C'est là que doit être l'objectif final du travail scientifique. Tous les phénomènes de la vie s'accomplissant dans les éléments organiques, les agents extérieurs ne peuvent agir sur l'orga-

nisme qu'en faisant pénétrer leur influence jusqu'à eux. C'est là que se produisent toutes les actions physiologiques, pathologiques, toxiques ou thérapeutiques, et ces actions sont en rapport avec les propriétés de tel ou tel élément qui les expliquent.

Mais le langage de la médecine s'est formé sous l'influence d'idées bien différentes et à une époque où l'état des connaissances physiologiques était loin de permettre une conception semblable à celle que nous avons aujourd'hui. C'est ce qui fait que ce langage exprime souvent des idées qui ne correspondent plus au point de vue sous lequel nous devons considérer aujourd'hui les phénomènes de l'organisme.

Ainsi, les médecins disent d'ordinaire que tel médicament agit sur telle maladie, ou même sur tel symptôme de la maladie, par exemple que la quinine agit sur la fièvre. Mais qu'est-ce que cela peut signifier en physiologie? Absolument rien. La fièvre est une pure entité, qui ne saurait par conséquent subir par elle-même aucune action. On dit plus souvent encore que certaines substances agissent sur des diathèses organiques, par exemple qu'elles modifient les diathèses scrofuleuse, tuberculeuse, syphilitique, etc. Cela n'a pas plus de réalité scientifique. Diathèses et maladies sont de simples créations de l'esprit, des mots sous lesquels nous réunissons un certain ensemble de phénomènes concomitants ou successifs; mais au fond il n'y a de réel, et par conséquent de susceptible d'être influencé, que la matière dans laquelle se passent les phénomènes intimes eux-mêmes. Un médicament quelconque ne peut donc agir

que sur un élément organique, et pas sur autre chose d'immatériel.

Agir sur une maladie, modifier une diathèse, ce sont donc là des expressions purement littéraires. On peut les employer sans doute pour la commodité du langage, puisqu'elles sont usuelles, mais à condition de bien les entendre et de ne jamais oublier ce qu'on veut indiquer par là. Il y aurait les plus grands dangers à en être dupe et à les prendre à la lettre.

Nous avons insisté de nouveau sur le véritable caractère des phénomènes de la vie, parce qu'il est indispensable, avant d'aborder utilement l'étude d'une science, d'être bien fixé sur sa nature et sa méthode. Il ne faudrait pas laisser croire un seul instant que la physiologie diffère des autres sciences par ses principes généraux, sa nature essentielle ou sa méthode d'investigation. C'est une science qui doit marcher comme la physique ou la chimie dans la voie de l'expérimentation; elle ne diffère de ses voisines que par l'objet auquel elle s'applique et la délicatesse beaucoup plus grande des phénomènes qu'elle étudie. Les principes généraux de la méthode restent absolument les mêmes, et il ne peut y avoir à modifier que les procédés expérimentaux dont les détails pratiques sont évidemment subordonnés d'une façon très étroite à l'objet d'étude auquel on veut les appliquer.

La physiologie est une science expérimentale toute nouvelle; il y a fort peu de temps qu'elle existe d'une manière indépendante et qu'elle a conquis son autonomie qui lui permettra de se développer suivant sa nature propre et ses véritables tendances.

La physiologie était comprise autrefois dans d'autres sciences, la zoologie, l'anatomie et la médecine. Ce n'est que peu à peu qu'elle s'est formée comme science distincte. Autrefois on voyait bien de temps à autre des anatomistes, des médecins, des zoologistes, des chimistes, des physiciens même, entreprendre quelques expériences physiologiques; mais chacun y avait été conduit par ses idées ou ses recherches dans la science qu'il cultivait spécialement : de sorte que la physiologie restait en sous-ordre et n'était considérée que comme une partie accessoire.

Galien fit assez d'expériences physiologiques pour mériter le nom de « père de la physiologie », comme Hippocrate a été appelé le « père de la médecine ». Mais cependant c'était surtout et avant tout un médecin, qui cherchait dans ses expériences physiologiques la base ou la justification de théories médicales. A cette époque, on ne faisait encore que des systèmes de médecine qui, en se succédant les uns aux autres, ont longtemps dominé la science.

Parmi les médecins, il en est un, beaucoup plus tard, au XVIIe siècle, qui mérite une mention spéciale parce qu'il semble avoir compris dans toute son étendue ce que devait être l'expérimentation physiologique dans ses applications à la médecine. C'est Regnier de Graaf.

En tête de son *Tractatus anatomico-medicus de succi pancreatici natura et usu*, imprimé en 1671 et traduit en français, on trouve un frontispice représentant le laboratoire du physiologiste. Au milieu, figure une table où repose un cadavre que dissèque le savant entouré de ses

élèves, à peu près comme dans le tableau célèbre connu sous le nom de *la Leçon d'anatomie;* au pied de la table, on voit divers animaux préparés pour des expériences de vivisection, des poissons, des poulets, un mouton, un chien auquel on a pratiqué des fistules pourvues de flacons pour recueillir la salive et le suc pancréatique, etc.; au fond sont suspendus divers instruments de chirurgie, de médecine ou de vivisection, et l'on aperçoit à droite un malade couché dans son lit, à côté de fioles remplies de médicaments.

Voilà bien le laboratoire de physiologie dans toute sa complexité, tel que nous le concevons aujourd'hui : l'étude anatomique, les expériences sur les animaux, l'observation clinique des malades et l'application à la thérapeutique des résultats obtenus. Le soin de placer là un malade est surtout fort remarquable; il montre bien qu'il ne faut pas scinder la science de la vie, mettre d'un côté la physiologie, et de l'autre la pathologie. On ne doit pas faire de la vivisection pour la vivisection, surtout quand on se place au point de vue de la médecine expérimentale; il faut d'abord observer les maladies pour déterminer leurs symptômes et découvrir leur siège, puis chercher les causes des lésions et vérifier par des vivisections les hypothèses qu'on a faites à ce sujet.

Je ne prétends certainement pas que le laboratoire de R. de Graaf fût disposé comme nous le montre le frontispice de son ouvrage, et je ne crois pas surtout qu'il y eût réellement des malades à côté de ce laboratoire; mais si ce laboratoire n'était pas une réalité, c'était au moins l'idée de R. de Graaf, le type qu'il concevait, la

manière dont il croyait que son laboratoire aurait dû être, et cette seule conception était déjà beaucoup à l'époque où vivait R. de Graaf.

Il suffit, du reste, de regarder le frontispice que nous venons de décrire pour voir qu'on est en présence d'un dessin de fantaisie : le tapis à franges qui recouvre la table où est placé le cadavre, le lustre qui éclaire la salle, les lambris richement sculptés qui l'ornent de toutes parts, aucun de ces détails ne cadrerait avec l'organisation nécessairement plus modeste et plus pratique d'un laboratoire réel. Les expériences elles-mêmes ne pourraient pas s'exécuter telles qu'on les voit figurées. Ainsi, à en croire le dessin du frontispice et les autres gravures de son ouvrage, pour recueillir la salive du chien, R. de Graaf aurait tout simplement introduit le col d'un flacon dans le conduit excréteur d'une glande salivaire, et l'on sait que les plus volumineux de ces conduits sont encore beaucoup trop étroits pour permettre une semblable opération sur le chien.

Il ne faut pas s'étonner de ces libertés de dessin : les anciens anatomistes donnaient le plus souvent des représentations subjectives ou idéales bien plutôt que des copies réelles de la nature. On trouve, par exemple, dans de vieux traités d'anatomie, beaucoup de figures des plus étranges. On y voyait souvent, par exemple, un écorché présentant sa peau de la main gauche, tandis que la main droite brandissait le couteau qui avait servi à la découper. D'autres fois, c'était un homme qui s'ouvrait tout vivant, indiquant sur lui-même des démonstrations anatomiques, tirant son muscle soléaire en faisant force

grimaces pour exprimer la douleur que feraient éprouver de pareils mouvements s'ils étaient réels, etc. Les muscles, les nerfs, les glandes, étaient le plus souvent des figures de convention qui ne représentaient point du tout l'aspect véritable de la nature réelle. On dessinait ce qu'on avait dans l'esprit, sans songer le moins du monde à se modeler sur les choses mêmes pour en reproduire fidèlement toutes les apparences et tous les détails.

Aujourd'hui personne ne s'aviserait plus jamais de prendre de pareilles libertés. On a compris qu'il fallait avant tout copier la nature, et non représenter les idées qu'on se fait des choses.

Pendant longtemps, avons-nous dit, la physiologie n'eut pas de *chez soi*, et fut dispersée chez les médecins, les anatomistes, les zoologistes, mais toujours en lui imposant des conditions étrangères qui la gênèrent dans son développement : elle ne jouissait d'aucune indépendance et n'avait pas même d'existence distincte. Aujourd'hui elle est devenue une science autonome, et elle s'est rapidement constituée d'une manière assez solide pour n'avoir plus à craindre de perdre son autonomie ou de voir dégénérer son état scientifique.

Aujourd'hui la physiologie doit avoir à peu près, vis-à-vis de l'anatomie et de la zoologie, la même position que la chimie et la physique à l'égard de la minéralogie; elle étudie le fonctionnement des tissus que l'anatomie a décrits, comme la chimie examine les réactions des corps observés et classés par la minéralogie. Aussi a-t-elle droit, au même titre que la chimie ou la physique, à un enseignement distinct.

Autrefois l'anatomie et la physiologie étaient généralement réunies entre les mains du même professeur. En Allemagne, ce cumul regrettable a disparu partout. Il y avait encore l'année dernière deux cours embrassant à la fois l'anatomie et la physiologie, mais ils ont été récemment divisés, et il n'y en a plus aujourd'hui. En France, dans beaucoup de chaires encore, la physiologiee st enchaînée à l'anatomie; mais on s'occupe aussi de changer cet état de choses (1) extrêmement funeste pour la physiologie, car, dans cette union forcée de deux sciences, c'est toujours elle qui est la plus sacrifiée. Le professeur chargé à la fois de l'anatomie et de la physiologie enseigne surtout l'anatomie, et dans presque tous les cas il fait seulement suivre ses descriptions anatomiques de quelques considérations physiologiques sur les organes dont il vient d'exposer la structure.

Comme complément et conséquence d'un enseignement distinct, la physiologie doit aussi avoir des laboratoires spéciaux qui lui appartiennent à elle seule, et où elle puisse se développer largement et librement. Cette seconde nécessité n'a pas été moins bien comprise en Allemagne, en Hollande, en Russie, que la première; on y a établi partout, à côté des chaires de physiologie, des laboratoires tous convenablement installés et pourvus des moyens d'étude nécessaires, quoique de richesse et de dimensions inégales. Il serait peut-être utile de les décrire au moment où la France semble vouloir entrer

(1) Dans son récent rapport sur l'enseignement supérieur, le ministre de l'instruction publique constate la nécessité d'ériger dans les écoles de médecine de province des chaires distinctes pour la physiologie.

d'une manière décisive dans la même voie ; mais cela nous entraînerait trop loin. Nous signalerons seulement les deux grands laboratoires que l'on construit en ce moment à Amsterdam pour M. W. Kühne, et à Leipsick pour M. Ludwig. Étant les plus récents, ils sont naturellement au nombre des plus perfectionnés, puisqu'ils peuvent profiter de l'expérience des laboratoires antérieurs. Le laboratoire de M. W. Kühne sera terminé à la fin de l'été; celui de M. Ludwig est achevé et va commencer à fonctionner.

Ce dernier laboratoire, par son étendue, son aménagement, la disposition des divers services, le nombre et la perfection des instruments, est un véritable institut physiologique modèle. Il se compose de trois corps de bâtiments disposés l'un sur l'autre à angles droits, de manière à former trois côtés d'un carré dont le quatrième côté reste vide, et laisse place à une vaste cour.

Dans les caves se trouve une grande machine à vapeur qui servira à une foule d'usages variés, distribuera de la force dans les différentes salles d'expériences, permettra de pratiquer commodément la ventilation des salles de vivisection et des lieux où sont renfermés les animaux, etc. On y a placé aussi les ateliers d'un mécanicien et de deux autres ouvriers spécialement attachés à l'institut physiologique pour construire ou réparer tous les instruments nécessaires, et travailler sur les indications et sous la direction des physiologistes, afin de réaliser les appareils nouveaux qu'ils imagineraient. Des salles destinées aux vivisections ou aux autopsies qui répandent des odeurs

désagréables, enfin des chenils et des étables pour les animaux destinés aux expériences, chiens, lapins, etc., se trouvent également au rez-de-chaussée. Les lapins seront élevés dans l'institut même.

Dans la cour, on a construit des écuries pour les chevaux et des salles de vivisection spécialement destinées aux grands animaux, sur lesquels on ne peut évidemment pas opérer dans les mêmes conditions que sur les animaux de petite taille. On trouve également dans la cour un aquarium pour les poissons, un autre pour les grenouilles, etc.

Au premier étage, les salles du bâtiment central sont réservées à ce qu'on pourrait appeler la physiologie opératoire proprement dite. Il y a d'abord une grande salle pour les vivisections, une salle particulière pour les recherches personnelles du professeur Ludwig, puis un certain nombre de salles pour des expériences d'une nature spéciale, telles que les recherches d'électro-physiologie, les expériences d'optique, etc. Chacune de ces dernières salles est pourvue de tous les instruments utiles au genre spécial de recherches auquel elle est destinée, de telle sorte que l'opérateur les trouve toujours réunis sous sa main, prêts à fonctionner, et dans toutes les conditions convenables pour leur jeu régulier.

Des deux bâtiments latéraux, — toujours au premier étage, — l'un est consacré aux recherches microscopiques, l'autre aux travaux chimiques. Chacun de ces ordres d'études est placé sous la direction spéciale d'un des deux professeurs assistants, adjoints à M. Ludwig. Dans le bâtiment des travaux chimiques comme dans

celui des recherches microscopiques, il y a aussi des salles particulières pour les professeurs et pour certaines expériences spéciales, comme les analyses de gaz par exemple.

Le second étage contient les appartements privés de M. Ludwig, les logements des mécaniciens et des personnes de service attachées à l'institut physiologique, etc.

Au milieu de la cour s'élève un grand amphithéâtre, éclairé par le haut, et où se feront les cours de M. Ludwig et de ses deux assistants. Cet amphithéâtre communique directement par des couloirs avec chacun des trois corps de bâtiments que nous venons de décrire ; les instruments, les préparations microscopiques, les sujets expérimentés, y arrivent par de petits chemins de fer, et peuvent passer successivement sous les yeux de chacun des auditeurs.

Tel est ce grand laboratoire qui réalise toutes les conditions actuellement nécessaires aux progrès de la physiologie.

Voilà donc la physiologie complètement émancipée sous tous les rapports : au point de vue intellectuel, elle a fait reconnaître son point de vue spécial, indépendant de celui des autres sciences, et qu'elle peut développer librement; au point de vue matériel, elle a conquis un domicile propre et les moyens d'action nécessaires.

Comment procédera-t-elle pour expliquer les phénomènes qu'elle étudie ? Elle constate d'abord les phénomènes de la vie par l'observation simple, et par la vivisection, qui pénètre dans l'intérieur de l'organisme. Ensuite elle doit expliquer ces phénomènes, et elle utilisera

dans ce but les éléments les plus divers : elle se servira de toutes les sciences, tantôt l'anatomie ou l'histologie, tantôt la physique ou la chimie.

Il faut par conséquent, dans un laboratoire physiologique, réunir ces trois points de vue, ces trois bases indispensables de la science de la vie : la vivisection, la physico-chimie, l'histologie. Le plus souvent chaque recherche en particulier exige la combinaison de ces trois ordres distincts de connaissances. Ainsi, quand on veut étudier par exemple la digestion, il faut d'abord savoir comment on pénètre dans le canal digestif d'un animal vivant pour observer ce qui s'y passe et en retirer les liquides digestifs qui doivent être l'objet des expériences ; puis il faut opérer des digestions artificielles avec ces liquides, et examiner les phénomènes chimiques qui se produisent ; enfin il est nécessaire d'observer au microscope les modifications intimes des aliments et des tissus qui accompagnent l'exercice de cette grande fonction.

Le laboratoire de M. Ludwig est donc parfaitement organisé, puisqu'il satisfait à cette triple exigence : aussi est-ce le même point de vue et un plan analogue que je chercherai à appliquer dans l'institut physiologique qu'on m'a promis d'établir auprès de ma chaire de physiologie générale au Muséum d'histoire naturelle. Le cours que je fais ici, au Collège de France, est une sorte de préparation aux études pratiques de cet institut, en attendant qu'elles aient pu commencer. Et il ne faut pas oublier qu'on ne fait pas de savants dans les cours, on n'en fait que dans les laboratoires.

Les progrès de la physiologie sont donc intimement liés aux progrès des laboratoires dans lesquels seront réunies les trois parties que nous indiquions tout à l'heure comme en formant les éléments essentiels. Le perfectionnement de l'art des vivisections est surtout très important, parce que c'est aujourd'hui en physiologie le moyen de recherches le plus indispensable et le plus universel. Malheureusement les vivisections sont souvent très difficiles, et l'on ne peut y réussir sans une grande habileté et une bonne méthode. Aussi avons-nous l'intention de nous en occuper d'une manière toute spéciale.

Maintenant que la physiologie est tout à fait installée chez elle, à l'étranger, et qu'elle va l'être également en France, bientôt je l'espère, nous devons examiner quels sont pratiquement la méthode et les moyens qu'elle doit employer pour se perfectionner, et les procédés expérimentaux auxquels elle a recours.

La première chose à faire, c'est d'abord, avons-nous dit, d'observer aussi exactement que possible sur le vivant les phénomènes qu'on veut étudier. Il faut faire l'anatomie sur le vivant, c'est-à-dire la vivisection, pour voir les organes fonctionner pendant la vie même, et non plus seulement lorsque la mort les a réduits au repos. Enfin après avoir tiré de l'anatomie cadavérique tout ce qu'elle peut donner, il faut entreprendre sur le vivant des expériences qui permettent de saisir les phénomènes eux-mêmes.

La première question qui se présente quand on veut commencer des expériences relatives aux fonctions des

êtres vivants, c'est le choix des animaux sur lesquels on fera ces expériences. Certaines personnes ont soutenu que pour obtenir des résultats qui fussent applicables à l'homme, — et n'oublions pas que c'est là notre but principal, — il fallait absolument opérer sur l'homme lui-même. Aujourd'hui encore, lorsqu'on parle à bien des médecins d'expériences sur des grenouilles, ils répondent sans hésiter que cela peut être intéressant au point de vue de la grenouille, mais que c'est absolument sans valeur pour la physiologie de l'homme. Comme l'expérimentation sur les animaux est le fondement même de toute la science biologique actuelle, physiologie normale en médecine expérimentale, il ne faut pas laisser subsister le moindre doute sur la solidité de ce fondement, et il est indispensable d'examiner brièvement la question.

Celse avait déjà soulevé cette difficulté; il s'était demandé s'il fallait faire des expériences sur l'homme, et même, d'une manière générale, s'il fallait faire des expériences sur le vivant. L'idée d'expériences sur l'homme lui-même inspirait alors moins de répugnance qu'elle n'en soulèverait aujourd'hui, parce qu'il y avait à cette époque des esclaves, qui étaient bien des hommes comme les autres au point de vue physique, mais qui n'étaient pas traités tout à fait de même au point de vue légal, et dont les souffrances n'inspiraient ni les mêmes sentiments, ni les mêmes scrupules, par suite de l'habitude où l'on était de s'en servir librement comme d'un animal domestique (1).

(1) C'est ainsi, par exemple, — sans parler du droit de vie et de mort que

Aussi fit-on quelquefois des expériences sur des esclaves dans l'antiquité, et Celse lui-même rappelle qu'Érasistrate, le petit-fils d'Aristote, en avait exécuté plusieurs. Dans les opérations chirurgicales et dans les cas de blessures profondes, le médecin ne se faisait pas non plus scrupule de prolonger les souffrances du malade, pour faire à ses élèves quelques démonstrations d'anatomie humaine d'autant plus utiles à leur instruction, qu'on ne disséquait pas alors de cadavres humains et qu'on n'étudiait l'anatomie que sur les singes.

Quoi qu'il en soit, il est très remarquable que Celse ait pensé à se poser cette question; mais il la résout d'une manière inattendue, en déclarant qu'il ne faut faire aucune espèce d'expérience sur les êtres vivants, ni sur l'homme ni sur les animaux. Ce ne sont pas du reste des raisons de sentiment ou de morale qui lui inspirent cette conviction; il en donne un motif scientifique, c'est que la souffrance de l'être que l'on mutile peut altérer les phénomènes ordinaires de la vie et entraîner ainsi à de graves erreurs.

Sans doute la réponse de Celse est sérieuse; l'expérimentation sur les êtres vivants est entourée de nombreuses difficultés; mais c'est au physiologiste à savoir se conduire au milieu de ces difficultés, à débrouiller le

ne disparut qu'assez tard, ni des cruels châtiments corporels qui restèrent toujours en usage, — qu'on torturait tous les esclaves lorsque le maître était accusé d'un crime, et que bien souvent un citoyen, pour purger les soupçons qu'on répandait contre lui, offrait spontanément ses esclaves à la torture. On s'en servait donc comme d'une matière inerte pour résoudre une question légale; n'était-il pas aussi naturel de s'en servir de la même manière pour résoudre une question scientifique?

chaos qui se présente à son observation, à distinguer ce qui est sûrement un phénomène normal de l'organisme, et ce qui pourrait être un produit artificiel de l'expérience elle-même. C'est une tâche difficile sans doute; mais il faut bien l'accepter, puisqu'il n'y a moyen de rien apprendre autrement.

Quant aux expériences sur l'homme, nous venons de dire qu'on en avait essayé quelquefois dans l'antiquité. On en a fait aussi au moyen âge, et même au commencement des temps modernes (1).

A des époques plus récentes, on a fait encore des expériences sur l'homme, mais des expériences innocentes; ainsi on a fait avaler des œufs de vers intestinaux à des condamnés à mort, ou même à des phthisiques qui devaient certainement mourir de leur maladie au bout d'un temps très court, afin d'étudier ensuite l'évolution de ces vers en faisant l'autopsie du patient. Bien des fois aussi on a fait des observations et des expériences de divers genres sur des suppliciés, peu de temps après la mort. Il est clair que tout cela ne peut avoir d'inconvénients. Mais aujourd'hui la morale condamnerait avec raison, d'une façon absolue, toute expérience sur l'homme, qui pourrait nuire au patient ou qui n'aurait pas pour but son utilité directe et immédiate.

Puisque nous ne devons pas opérer sur l'homme, c'est donc sur les animanx qu'il faut expérimenter. Mais ici même

(1) Par exemple, lors que Henri II eut reçu dans un tournoi, de son capitaine des gardes Montgommery, le coup de lance dans l'œil qui le fit mourir en quelques heures, ses médecins prirent quatre accusés de crimes capitaux qu'ils soumirent à la même blessure, afin de pouvoir l'étudier à leur aise.

on a voulu arrêter encore la physiologie au nom du sentiment. La question des vivisections a passionné autrefois bien des gens, et donné lieu quelquefois aux idées les plus inexactes. Il n'y a pas encore un bien grand nombre d'années que les physiologistes expérimentateurs passaient pour des hommes à part dont on ne comprenait pas les sentiments et qu'on aurait presque redoutés. Je me souviens qu'ici même, du temps de Magendie, les expériences physiologiques étaient vues du plus mauvais œil.

Il est certain que la vivisection a soulevé et soulève encore beaucoup de préjugés sans fondements sérieux, parce qu'on ne se rend pas assez compte de ses motifs, de son but, de ses résultats et des conditions dans lesquelles elle s'exerce. On oublie trop d'abord que chaque science, chaque ordre de choses a son point de vue distinct, lequel n'est pas toujours parfaitement d'accord avec d'autres points de vue spéciaux. Est-ce à dire qu'il faudra, dans un ordre de choses donné, sacrifier le point de vue qui leur est propre à un point de vue qui leur est étranger? Non assurément, car il n'y aurait plus rien alors qui pourrait se développer suivant ses lois (1).

Or, même en se plaçant au point de vue du sentiment, quel avantage trouverait-on à supprimer les expériences en physiologie? N'oublions pas qu'elles sont la base, le

(1) Dans une de ses campagnes, le duc de Bourgogne, fils du grand Dauphin, écrivit à Fénelon pour lui demander s'il pouvait faire camper son armée à côté d'un monastère de femmes, malgré les inconvénients d'un tel voisinage au point de vue de la morale, en ajoutant que le choix de ce campement était du plus grand intérêt pour le succès de ses opérations militaires. « Brûlez, s'il le faut, le monastère, lui répondit Fénelon, et gagnez la bataille. » Fénelon

principe de la médecine expérimentale. Au prix de quelques souffrances imposées aujourd'hui aux animaux, elle premettra de pénétrer dans le mécanisme des maladies, de les guérir ou de les soulager, et elle évitera ainsi plus tard une bien plus grande somme de douleurs que celle qu'elle aura produite. C'est comme une opération chirurgicale, souvent douloureuse, mais qu'on supporte cependant volontiers pour ne plus souffrir ensuite.

D'ailleurs, le physiologiste ne fait guère que profiter pour ses expériences d'une situation qu'il n'a point créée et qui n'en existerait pas moins sans lui. Dans une grande ville comme Paris, il y a une foule d'animaux qu'il est indispensable d'abattre pour satisfaire aux exigences de l'hygiène publique et même pour rendre possible la continuation de la vie sociale. On a calculé que si l'on interrompait pendant un mois seulement ces sacrifices quotidiens, nous serions envahis et bientôt presque dévorés par ces êtres qui pulluleraient autour de nous. C'est donc en quelque sorte une véritable lutte pour l'existence. Eh bien, le physiologiste ne fait que sacrifier dans ses expériences une très petite partie des animaux dont il est indispensable de débarrasser la ville, et qu'il faudrait tuer de toutes façons d'une manière ou d'une autre. Ainsi les chiens de la fourrière, que nous utilisons pour nos recherches, seraient pendus le jour même.

n'était pourtant à coup sûr ni un moraliste relâché; ni un esprit antichrétien, ni un caractère violent; mais il comprenait que chaque chose a ses nécessités propres, ses lois particulières, auxquelles il faut d'abord obéir quand on la fait, sous peine de la stériliser complètement et de tout perdre. La physiologie a ses exigences indispensables : il faut s'y soumettre ou renoncer à la voir faire des progrès.

Enfin les nécessités de notre alimentation n'obligent-elles pas à sacrifier tous les jours d'immenses quantités d'animaux que nous élevons même tout exprès pour cela ? A côté de ces hécatombes, qu'est-ce que le nombre imperceptible de victimes que la physiologie est obligée de faire, dans un but utile, non moins nécessaire ? Et cependant, serait-il possible que nous renoncions à tuer les animaux pour nous en nourrir ? qui songerait à le proposer !

Quant à la douleur qui peut accompagner la mort dans les expériences physiologiques, on l'exagère beaucoup; elle est souvent moindre que celle que les animaux subiraient en périssant d'une autre manière, ou dans les rudes services que nous leur imposons. D'ailleurs, l'emploi des anesthésiques, dont nous nous occuperons bientôt, permet de la faire disparaître presque entièrement.

Nous pouvons donc expérimenter sans scrupules, sinon sur l'homme, du moins sur les animaux. Mais obtiendrons-nous ainsi des résultats qu'il soit permis d'appliquer à la médecine expérimentale, ce qui est toujours notre but ?

Il y a sans doute des expériences qu'on ne saurait faire utilement pour l'homme sur les animaux.

Il est bien certain que pour les questions d'application immédiate à la pratique médicale, les expériences faites sur l'homme sont toujours plus concluantes (1). Mais

(1) On raconte que des rois de Perse livraient des condamnés à mort aux médecins afin qu'ils fissent sur eux des vivisections utiles à la médecine. Au dire de Galien, Attale III Philométor, qui régnait à Pergame, 137 ans avant J.-C., expérimentait les poisons et les contre-poisons sur des criminels con-

quand on met simplement en jeu les propriétés générales de la matière vivante, ces propriétés doivent se retrouver partout, aussi bien chez l'homme que chez les animaux, sauf à voir s'il n'y a pas quelque particularité spécifique qui ait pu modifier la manifestation des phénomènes généraux.

Mais il ne suffit pas de dire que nous expérimenterons sur des animaux, il faut encore examiner quels sont ceux qu'il convient de choisir.

Galien opérait sur des porcs ou sur des singes, et il en donne pour raison que ces animaux sont ceux qui se rapprochent le plus de l'homme ; mais il paraît qu'il ne faisait pas d'expériences sur des singes en public, parce que la vue de ces animaux, leurs grimaces pendant les opérations et la manière dont ils expriment leurs souffrances, produisaient une impression pénible sur l'assistance. J'ai moi-même expérimenté, une seule fois, sur un singe, et j'ai éprouvé aussi une émotion désagréable. Ces animaux vous prennent les mains, ils gémissent, leur visage se contracte de mille manières en exprimant la douleur ;

damnés à mort. Celse rappelle les vivisections d'Hérophile et d'Erasistrate pratiquées sur des criminels, avec le consentement des Ptolémées. Il n'est pas cruel, dit-il, d'imposer des supplices à quelques coupables, supplices qui doivent profiter à une multitude d'innocents pendant le cours de tous les siècles. Le grand duc de Toscane fit remettre à Fallope, professeur d'anatomie à Pise, un criminel avec permission qu'il le fît mourir et qu'il le disséquât à son gré. Le condamné ayant une fièvre quarte, Fallope voulut expérimenter l'influence des effets de l'opium sur les paroxysmes. Il administra deux gros d'opium pendant l'intermission; la mort survint à la deuxième expérimentation. De semblables faits se sont présentés plusieurs fois, et l'on connaît l'histoire de l'archer de Meudon qui reçut sa grâce parce qu'on pratiqua sur lui la néphrotomie avec succès.

en un mot, ils ressemblent trop à l'homme, et les expériences qu'on voit faire sur eux, sont par conséquent un spectacle trop émouvant et trop pénible. Il est vrai qu'autrefois on ne connaissait pas l'emploi du chloroforme qui diminuerait beaucoup ces inconvénients,

Aujourd'hui, on expérimente surtout sur les animaux domestiques, particulièrement les chiens et les lapins, parce qu'on les a pour ainsi dire sous la main. Il ne faut pas en effet se créer des embarras inutiles, et l'on ne gagnerait rien à faire venir un lion pour ses expériences; il ne vaudrait pas mieux qu'un chien, et il serait de plus beaucoup moins commode à manier.

Outre les animaux domestiques, il en est un qu'on emploie pour ainsi dire journellement, celui que l'on qualifie de souffre-douleurs des physiologistes et qui a rendu les plus grands services à la science, c'est la grenouille. Cet animal est pour ainsi dire le réactif physiologique ordinaire. On a dit qu'il était placé trop loin de nous dans l'échelle zoologique pour être le sujet d'expériences dont on ait le droit d'appliquer les résultats à la physiologie de l'homme : c'est là une erreur complète.

Sans doute, si l'on expérimentait toujours sur le même animal, on ne pourrait pas construire l'édifice physiologique sans avoir des doutes sur la solidité de sa base, parce qu'on ne serait pas certain de n'avoir pas pris pour un phénomène général ce qui ne serait qu'une particularité propre à l'espèce; mais ce n'est point ainsi que l'on a fait. Si le plus souvent on a commencé par expérimenter sur la grenouille, on a expérimenté aussi sur d'autres animaux, et l'on a vérifié chez eux les phénomènes ob-

servés d'abord chez la grenouille. En comparant divers animaux entre eux, on peut ainsi se convaincre qu'on n'a point affaire à des phénomènes particuliers à telle ou telle espèce, et l'on n'a plus dès lors de raison pour soutenir qu'ils ne se retrouvent pas également chez l'homme. Nous pouvons répéter, au point de vue physiologique, ce que Buffon disait d'une manière philosophique : s'il n'y avait pas d'animaux, l'homme serait encore plus incompréhensible.

Si l'on expérimente si souvent avec des grenouilles, ce n'est point par un choix arbitraire. Le motif de cette prédilection des physiologistes, c'est que, de tous les animaux à sang froid, la grenouille est celui qu'il nous est le plus facile de nous procurer en grande quantité et à peu de frais. Or, les animaux à sang froid présentent, pour les expériences physiologiques, des avantages considérables : chez eux les phénomènes vitaux sont beaucoup plus lents, ce qui les rend plus facilement observables, et ils persistent à se reproduire longtemps encore après l'ouverture du corps et la séparation des organes. Ainsi un cœur de grenouille continue à battre, quoique l'on ait ouvert le thorax, et ses tissus conservent longtemps leurs propriétés vitales, ce qui permet de les étudier facilement. De plus, cet animal résiste sans peine à des opérations considérables ou à des ligatures qui seraient tout à fait impossibles sur d'autres animaux.

Chez les animaux à sang chaud et par conséquent chez l'homme, il serait loin d'en être de même. Les propriétés vitales des tissus disparaissent très vite quand on a détruit la vie de l'ensemble : si l'on ouvrait la poitrine

on tuerait immédiatement l'animal, dès que le cœur cesserait de battre, etc. Mais cela veut-il dire que les choses se passent autrement chez l'homme et chez les animaux à sang chaud ? Non, assurément. La persistance des propriétés vitales qu'on observe chez les animaux à sang froid tient simplement à des conditions particulières, qu'on peut reproduire artificiellement chez les animaux à sang chaud.

Ainsi j'ai transformé le lapin en un véritable animal à sang froid, soit en le soumettant à une réfrigération énergique et continue très longtemps prolongée, soit en coupant la presque totalité des nerfs respiratoires, de manière à ralentir énormément la respiration, et par suite, la circulation du sang et tous les phénomènes chimiques de l'organisme qui sont la source de la chaleur animale. Quand un lapin est placé dans cet état, il prend tous les caractères des animaux à sang froid ; la vitalité de ses tissus acquiert la même persistance, et l'on peut répéter sur lui les expériences qu'on fait d'ordinaire sur la grenouille. Cependant c'est bien toujours un lapin, et, quand il a été simplement refroidi, on peut le faire retourner à son état normal en le replaçant dans les conditions ordinaires de température. On observe les mêmes phénomènes chez la marmotte, dont les tissus, pendant l'hibernation, présentent tous les caractères de ceux des animaux à sang froid, tandis que pendant le réveil ils présentent les caractères ordinaires de tissus des animaux à sang chaud.

On voit donc que les animaux à sang froid ne diffèrent pas en réalité des animaux à sang chaud par la

nature des propriétés de leurs tissus, et que nous pouvons sans crainte profiter des facilités qu'ils offrent à l'expérimentation tout en conservant le droit d'attribuer aux résultats de nos expériences la généralité qui leur appartient légitimement. Nous savons maintenant que nous pourrions transformer des animaux à sang chaud en animaux à sang froid ; cela suffit pour justifier nos conclusions. Mais qu'avons-nous besoin de perdre notre temps à préparer à grand'peine des animaux à sang froid artificiels pour chaque expérience, alors que la nature nous en offre de tout prêts qu'il est bien plus simple d'employer?

Outre les divers animaux dont nous venons de parler, le physiologiste en emploie d'autres encore, par exemple des oiseaux, des pigeons, des poulets, des moineaux, etc., quelquefois des insectes, souvent des chevaux, et parfois des bœufs ou des moutons, etc. En un mot, tous les animaux sont bons en principe pour les expériences, et la seule raison de prendre l'un plutôt que l'autre n'est souvent que la facilité plus grande avec laquelle on se le procure, ou le prix moins élevé qu'il coûte. Cependant il est fort utile d'avoir à sa disposition des animaux de divers genres, et aussi variés que possible; on choisit alors les animaux dont les dispositions anatomiques sont les plus convenables au point de vue de chaque expérience, ce qui permet souvent d'écarter bien des embarras.

Ainsi, de simples différences de volume ou des détails de structure de certains organes suffisent quelquefois pour rendre faciles des expériences qui seraient presque inexécutables dans d'autres conditions. Par exemple,

pour des expériences sur la glande salivaire sous-maxillaire, il fallait nécessairement un animal comme un chien, où cette glande se trouve placée dans une situation assez superficielle de manière à être atteinte aisément sans grande mutilation, et soit en même temps assez volumineuse pour qu'on puisse facilement agir sur ses nerfs, ses vaisseaux, ses conduits, etc.

Dans certains cas, il est des dispositions anatomiques qui éclairent par elles-mêmes une question ou rendent possible une expérience qui ne l'aurait pas été sans cela. Ainsi, chez la plupart des animaux, le canal cholédoque amenant la bile et le canal pancréatique amenant la sécrétion du pancréas débouchent ensemble ou à peu près au même endroit dans le duodénum. Mais chez le lapin, l'ouverture du canal pancréatique est placée beaucoup plus bas que celle du canal cholédoque, et l'on peut très bien voir sur les aliments l'action séparée des deux fluides. Pour mes expériences sur les propriétés vaso-motrices du grand sympathique, j'avais besoin d'animaux qui présentassent dans quelque point du corps les nerfs sympathiques isolés des autres nerfs. Le lapin et le cheval me servirent à ces expériences, parce qu'au cou le filet sympathique est séparé du pneumogastrique. Chez le chien, les deux nerfs sont intimement unis, et sur cet animal l'expérience eût été impossible.

Les animaux une fois choisis, il faut s'en rendre maître pendant la durée de l'expérience, empêcher leurs mouvements, les maintenir dans une position telle qu'ils ne puissent pas blesser l'opérateur et se prêtent aux opérations nécessaires. C'est ce qu'on obtient par des moyens

de contention. Ces moyens diffèrent évidemment beaucoup d'un animal à un autre. Mais nous n'aurons pas besoin d'entrer dans de grands détails à leur sujet, car on devine assez facilement d'après leur but ce qu'ils peuvent être, et c'est la pratique qui peut seule les bien faire connaître.

Pour les grands animaux, les chevaux ou les bœufs, on emploie des appareils analogues, sinon identiques, à ceux des maréchaux ferrants et des vétérinaires.

Pour les petits animaux et pour les grenouilles, les moyens de contention sont le plus souvent inutiles; il suffit de veiller à ce que les grenouilles ne s'échappent pas trop loin. On peut aussi les attacher avec des épingles sur une plaque de liège, ou les enfermer dans une sorte de boîte percée d'une ouverture par laquelle on fait sortir le membre ou la partie du corps sur laquelle on veut opérer.

Le plus grand nombre des expériences se font sur des animaux de moyenne taille, chiens, lapins, cobayes, etc. Magendie les plaçait simplement sur une table percée de trous, et dans ces trous il faisait passer des cordes avec lesquelles il liait l'animal, de manière à l'immobiliser en donnant à chacun de ses membres la position convenable pour l'expérience.

J'ai perfectionné ce dispositif en coupant la table de Magendie en quatre bandes longitudinales ou planches, réunies par des charnières autour desquelles elles se meuvent de manière à prendre diverses positions les unes par rapport aux autres, à peu près comme les diverses parties d'un paravent. Si on les étale, elles re-

constituent la table plate de Magendie ; si on les rapproche comme si l'on voulait les replier l'une sur l'autre, on forme une sorte de gouttière à section transversale triangulaire et qu'on maintient plus ou moins ouverte en la fixant au moyen de bâtons qu'on passe transversalement dans les trous qui criblent tout l'appareil. On place l'animal dans cette gouttière en l'attachant avec des cordes, étendant ses membres quand c'est utile, etc. Si l'on retourne l'appareil, on a deux gouttières du même genre dans chacune desquelles on peut placer un animal, ce qui est très commode pour suivre une expérience comparative. Entre ces deux gouttières se trouve une éminence sur laquelle on peut aussi fixer l'animal en étendant ses membres dans la cavité des gouttières.

Vous voyez que cet appareil contentif se prête à une foule de combinaisons diverses ; il est très convenable pour tous les animaux de moyenne taille, tels que les chiens, les chèvres, les lapins et même les moutons.

Pendant les vivisections, les animaux poussent souvent des cris qui gênent l'opérateur et peuvent exciter les plaintes du voisinage. Déjà dans l'antiquité on avait eu l'idée d'ouvrir la trachée pour éviter cet inconvénient d'une manière radicale. Dans le frontispice et dans plusieurs gravures de l'ouvrage de R. de Graaf dont nous avons déjà parlé, on voit des chiens opérés de cette manière et très probablement dans le même but. Plus récemment, Dupuytren a eu recours à un moyen plus physiologique et non moins efficace pour rendre tout cri impossible, c'est de couper le nerf laryngé.

Il n'est plus nécessaire aujourd'hui de couper le nerf

laryngé ni d'ouvrir la trachée pour empêcher les animaux de crier; nous avons maintenant un moyen plus simple et plus puissant, l'emploi des anesthésiques, qui présente en outre l'avantage de supprimer la douleur et de mettre les animaux dans un état d'immobilité que nous ne pourrions jamais obtenir par aucun moyen mécanique. Ce sont des moyens contentifs physiologiques, et, comme ils ont une grande importance à tous les points de vue, nous consacrerons un certain nombre de leçons à leur étude (1).

(1) Voyez Claude Bernard, *le Cours de physiologie opératoire*, Paris, 1879 in-8 avec 116 fig.

L'ÉVOLUTION DE LA MÉDECINE SCIENTIFIQUE ET SON ÉTAT ACTUEL (1)

MESSIEURS,

Vous avez lu sans doute sur l'affiche du programme de notre cours que, cette année encore, nous traiterons de la *médecine expérimentale*.

Ce sujet n'a rien de nouveau pour nous ; il est depuis longtemps l'objet habituel de nos études, et je pourrais, sans préambule, aborder immédiatement le détail des expériences dont j'ai à vous entretenir. Cependant, avant d'entrer en matière, je crois utile de vous exposer, sinon de longues généralités, au moins quelques considérations préliminaires.

Il est toujours bon, au début d'un cours, de définir le point de vue auquel on se place pour envisager les problèmes scientifiques. C'est comme le prélude d'une œuvre musicale dans lequel on indique les principaux motifs qui seront ultérieurement développés. Il faut que le professeur se mette de même en communion d'idées avec son auditoire, et qu'il lui fasse apercevoir les régions encore inexplorées de la science vers lesquelles il veut essayer

(1) *Revue des cours scientifiques*, janvier 1870.

de le conduire. Tel est le but que je me propose dans cette première leçon.

Disons tout d'abord ce qu'on doit entendre par ces mots *médecine expérimentale*. Ce sont là des expressions qu'il faut commencer par définir, afin qu'elles soient claires et précises pour tous.

Nous remarquerons que, d'une manière générale, l'adjectif *expérimental* s'applique à toutes les sciences qui se développent en prenant pour base les principes de la méthode expérimentale. Par conséquent, lorsque je dis que je traiterai de la *médecine expérimentale*, je veux simplement faire entendre que je vais m'efforcer d'introduire dans la médecine les préceptes d'investigation dus à la méthode expérimentale.

Ce n'est, en effet, qu'à l'aide de cette méthode que les sciences des corps bruts ont fait les conquêtes brillantes qui permettent aujourd'hui à l'homme d'étendre sa puissance sur les phénomènes naturels qui l'entourent, et je pense, quant à moi, que la médecine doit aspirer aussi à devenir une science expérimentale capable de modifier les phénomènes des êtres vivants, comme la physique et la chimie nous ont permis d'agir sur les phénomènes des corps bruts.

On a longtemps discuté sur la question de savoir s'il était possible ou non de ramener les sciences des corps vivants à la même méthode d'investigation que les sciences des corps bruts. Ceux qui niaient cette possibilité s'appuyaient sur les arguments tirés de la nature spéciale des phénomènes de la vie. « Il est illusoire, disait-on, de vouloir soumettre les phénomènes qui se passent dans les

êtres vivants aux mêmes lois que ceux qui se rencontrent dans les corps bruts. Il existe en effet, dans les premiers, quelque chose de spécial, quelque chose de spontané que nous appelons la *vie*, et qui s'oppose à ce que nous puissions maîtriser la nature vivante comme la nature inerte. Pour en arriver là, ajoutait-on, il faudrait connaître avant tout l'essence même de la vie. Or, comme nous ne la connaissons pas, il est impossible d'appliquer la méthode expérimentale à l'étude des phénomènes physiologiques ou morbides. »

De semblables raisonnements ont pu paraître spécieux; mais en y réfléchissant on s'aperçoit qu'ils sont absolument erronés. Sans doute, il y a dans les êtres vivants quelque chose de vital qui leur est particulier, qui détermine la nature de leurs organismes et règle leur évolution physiologique; mais ce quelque chose, nous n'avons pas à en chercher la nature : c'est la cause première des manifestations vitales, et les causes premières doivent toujours rester en dehors de la science, aussi bien dans les phénomènes des corps vivants que dans ceux des corps bruts. Quand nous étudions la matière inerte, nous ne nous occupons pas de savoir quelle est la cause première minérale qui l'a produite avec sa forme et les propriétés qu'elle nous présente : nous n'avons à étudier que ces propriétés, leurs conditions d'action et les phénomènes auxquels elles donnent naissance. De même, la cause première qui a créé la matière vivante sera considérée comme une inconnue qui doit être laissée de côté : nous n'avons à étudier que les conditions de phénomènes de la vie et à déterminer seulement les pro-

priétés des éléments organisés qui leur donnent naissance. Or, les propriétés des tissus vivants peuvent parfaitement être saisies et scrutées. Leurs manifestations vitales sont liées à des conditions physico-chimiques précises, aussi rigoureuses que celles qui règlent les phénomènes de la nature inorganique. Nous pouvons par conséquent les observer, les mesurer, les calculer et leur appliquer les procédés d'investigations de la méthode expérimentale.

Cette proposition n'est point, de ma part, une pure assertion ou la simple déduction logique d'une vue de l'esprit. J'en ai amplement, je crois, démontré l'exactitude, soit ici dans mon enseignement, soit dans un ouvrage que j'ai publié comme introduction à l'étude de la médecine expérimentale (1).

Il n'y a donc aucun doute pour nous sur cette question d'application de la méthode expérimentale aux investigations physiologiques et pathologiques. Nous reconnaissons que les phénomènes des corps vivants doivent être distingués par leur nature des phénomènes des corps bruts; mais nous admettons que la méthode expérimentale leur est commune. Ce sont, en effet, toujours les mêmes préceptes qui doivent diriger l'expérimentateur dans ses études analytiques, parce que nulle part il n'y a d'effets sans cause, et que tout phénomène, quelle que soit son espèce, présente un déterminisme nécessaire que la méthode expérimentale seule peut nous faire connaître.

En un mot, je le répète, les sciences des êtres vivants

(1) *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale.* Paris, 1865.

sont appelées à devenir expérimentales comme celles des corps bruts, et je crois que par son évolution naturelle la médecine tend nécessairement à l'état expérimental.

Dans l'évolution de toutes les sciences, la période d'expérimentation apparaît la dernière : c'est la période scientifique la plus élevée, qui représente en quelque sorte la science devenue adulte. Alors le savoir a acquis toute sa puissance, et la théorie guide la pratique d'une manière certaine, ainsi que nous le voyons déjà dans les sciences expérimentales les plus avancées, comme la physique, la chimie. Or, il en sera de même pour la médecine expérimentale, et lorsqu'on connaîtra expérimentalement les lois et les conditions d'existence des phénomènes vitaux, on possédera des théories qui seront capables de diriger le médecin dans sa pratique d'une manière rigoureuse. C'est vers la réalisation de cet avenir de la médecine que tendent tous nos efforts.

Mais, dira-t-on, avant d'en arriver là, il faut que la théorie médicale que vous cherchez soit constituée ; car, en science expérimentale, la théorie doit nécessairement précéder la pratique, puisqu'elle la dirige. Pour la physique et pour la chimie, ajoutera-t-on, on a pu laisser les théories scientifiques s'édifier avant d'en venir aux applications ; mais en médecine il en est tout autrement : le médecin doit agir toujours et immédiatement. Il ne peut pas dire à son malade qu'il attendra pour essayer de le guérir que la science expérimentale soit faite. Il n'y a donc pas lieu, continuera-t-on, de rapprocher, sous ce rapport, la médecine des sciences physico-chimiques.

C'est là une erreur que je voudrais avant tout chasser de vos esprits. Sans doute, il est évident pour tous que, dans la médecine, la pratique a dû précéder et précède encore les théories scientifiques ; mais en cela la médecine ne forme pas une exception aux autres sciences. Je veux vous montrer qu'elle ne fait, au contraire, qu'obéir à la même loi générale de développement, et que ce serait par une pure illusion scientifique qu'on arriverait à croire que dans certaines connaissances la théorie a pu précéder la pratique.

En effet, dans toutes les sciences sans exception, c'est la pratique elle-même qui engendre la théorie scientifique directrice. Dans la physique et la chimie, on a commencé par la pratique, comme partout. On a fait du verre et divers produits chimiques bien avant de savoir la chimie théorique; on a pratiqué la métallurgie, on a extrait les métaux, on en a fait usage bien avant d'avoir aucune idée théorique sur les métaux; on a construit des instruments grossissants sans posséder aucune espèce de connaissance des lois physiques de la lumière, etc.

Toutes nos connaissances sont soumises à cette évolution nécessaire. Les langues elles-mêmes se sont développées ainsi : d'abord on a parlé en quelque sorte instinctivement, mais peu à peu des théories sont nées de l'usage, et plus tard on a parlé suivant les règles ; ce qui revient à dire que le langage a précédé la grammaire, de même que les orateurs ont précédé les rhéteurs.

Quand, à la suite de longs tâtonnements scientifiques,

les théories vraies se sont fait jour, elles ne servent pas seulement à faire comprendre toutes les pratiques empiriques nées primitivement du hasard ou de la nécessité, mais elles éclairent en même temps les régions encore obscures de la science, et servent de flambeau pour la conduire dans une voie rapide où elle court à de nouvelles conquêtes.

Telle est partout la marche de l'esprit humain : d'abord une période obscure, empirique, dans laquelle on voit sans comprendre, et dans laquelle on agit en quelque sorte instinctivement ou par intuition; ensuite une seconde période dans laquelle on observe de plus près, afin de saisir la loi des rapports naturels des phénomènes dont on veut prévoir la marche; enfin une troisième période dans laquelle on découvre par l'analyse expérimentale les causes des phénomènes, en déterminant exactement les conditions dans lesquelles ils s'accomplissent, et dans lesquelles il faut se placer pour agir sur eux. C'est alors seulement que la science est complète, car la théorie est devenue réellement le flambeau directeur d'une pratique efficace.

La médecine ne saurait échapper à la loi générale d'évolution de toutes les sciences, mais elle est en retard à raison de sa complexité. Aujourd'hui elle entre à son tour dans la période expérimentale.

Nous distinguerons donc, en médecine comme dans toutes les autres sciences : 1° un état antéscientifique ou empirique; 2° un état de science d'observation, et 3° un état de science expérimentale.

Depuis longtemps les sciences physico-chimiques sont

parvenues dans leur période expérimentale. La médecine, je le répète, est loin d'être aussi avancée, et, bien que l'expérimentation ait déjà fait de nombreuses tentatives pour s'y introduire, on peut dire qu'elle n'a pas encore pris définitivement son droit de domicile. Cependant il nous est impossible de ne pas connaître que ce moment approche, et que c'est la tendance la plus évidente de la médecine scientifique actuelle.

Ce premier point étant établi, il faut nous demander ce que nous avons à faire pour favoriser l'avènement de cette médecine expérimentale. Mon opinion est qu'il faut, avant tout, apprendre l'art de faire des expériences physiologiques et pathologiques. Les sciences expérimentales ne peuvent avancer sûrement que lorsqu'elles possèdent de bonnes méthodes d'expérimentation, et ici, on le comprend, les méthodes d'investigation seront plus difficiles qu'ailleurs, à cause de la mobilité des phénomènes de la vie.

Mais, à ce propos, une importante question se présente : celle de savoir si, dans cette expérimentation appliquée aux phénomènes de la vie, nous devons distinguer la physiologie de la pathologie. Je répondrai immédiatement que non, car j'admets en principe que la physiologie est le terrain même sur lequel la médecine expérimentale doit être édifiée.

La physiologie est donc absolument inséparable de la médecine scientifique, et il ne sera pas possible de fonder jamais la médecine expérimentale, si la physiologie, qui doit lui servir de base, n'est pas elle-même préalablement constituée. C'est là une idée fondamentale que je n'ai

jamais cessé de répéter, et sur laquelle je vous demande la permisson d'insister de nouveau devant vous.

Il y a vingt-trois ans que j'ai l'honneur de professer au Collège de France, d'abord comme suppléant de Magendie, et ensuite comme professeur titulaire. En 1847, lorsque je montai pour la première fois dans cette chaire, je disais : « La médecine scientifique que j'aurais la mission de vous enseigner n'existe pas. Par conséquent, mon enseignement semble ne pas avoir de raison d'être. Cependant, ajoutais-je, si cette médecine scientifique n'est pas encore instituée, il y a une chose à faire pour la préparer : il faut cultiver la physiologie expérimentale, qui doit lui servir de base. » C'est pourquoi, dans la chaire de médecine du Collège de France, j'ai toujours insisté sur le perfectionnement de la physiologie expérimentale.

Dans sa période antéscientifique, la médecine a pu exister en dehors de la physiologie, et il l'a bien fallu, puisque la physiologie n'était pas encore née. Mais aujourd'hui que la médecine a la prétention de devenir une sience véritable, il faut absolument qu'elle ait recours à la physiologie, soit pour comprendre le mécanisme des maladies, soit pour expliquer l'action des médicaments.

C'est qu'au fond, dans la médecine, il n'y a qu'une seule science : la science de la vie, ou la physiologie. Et maintenant oserait-on soutenir qu'il faut distinguer les lois de la vie à l'état pathologique des lois de la vie à l'état normal? Ce serait vouloir distinguer les lois de la mécanique dans une maison qui tombe des lois de la mécanique dans une maison qui se tient debout. Non, il

n'existe pas plus deux sciences de la vie qu'il n'y a deux ordres de mécanique. Chez l'homme en santé comme chez l'homme malade, on retrouve toujours les mêmes lois organiques; elles ne sont modifiées que dans leurs manifestations. De là il résulte que jamais il ne sera possible de comprendre l'état pathologique sans la connaissance préalable de l'état physiologique.

Appuyer la médecine sur la physiologie n'est pas, dira-t-on, une idée nouvelle. Depuis longtemps on a compris que la vie à l'état normal ne pouvait être séparée de la vie à l'état morbide, et depuis longtemps aussi des médecins ont eu l'idée d'établir la médecine sur une base physiologique. Parmi les hommes plus rapprochés de nous qui ont fait cette tentative, nous citerons Broussais, qui, pour ne laisser aucune équivoque dans les esprits, avait donné à son système médical le nom de *médecine physiologique*. Il a même fait précéder sa théorie médicale de sa théorie physiologique pour montrer qu'il unissait indissolublement l'une et l'autre.



Sous ce rapport, la médecine physiologique ne daterait pas seulement de Broussais : car on peut dire qu'à toutes les époques de la science les médecins ont adopté sciemment ou insciemment les idées physiologiques régnantes pour en déduire leur pratique médicale. Mais nous vous prouverons tout à l'heure que ces théories médicales physiologiques qui se présentent à nous, dans l'histoire, sous la forme de systèmes qui se sont succédé et ont duré un temps plus ou moins long, n'ont rien de commun avec ce que nous appelons la *médecine expérimentale*.

La physiologie expérimentale, en effet, n'est point une physiologie faite pour s'adapter à un système médical quelconque. Les systèmes, dans leur généralisation, ne laissent rien en dehors d'eux, parce qu'ils sont créés tout d'une pièce par une vue de l'esprit. Les sciences expérimentales, au contraire, ne s'appuyant que sur l'expérience, ont pour caractère d'offrir une évolution progressive et indéfinie; elles se développent lentement et successivement, de manière à n'être jamais achevées et à représenter un édifice toujours en voie de con struction.

De tout ce que je viens de vous exposer, nous devons tirer cette conséquence que la physiologie expérimentale est la première base de l'édifice médical scientifique. Comment pourrait-il en être autrement, car ici la connaissance des phénomènes physiologiques, relativement plus simples, est absolument nécessaire pour expliquer les phénomènes pathologiques, qui sont beaucoup plus complexes?

Il faudra donc qu'un médecin qui veut coopérer à la fondation de la médecine expérimentale soit physiologiste expérimentateur. Il devra être à même de concevoir, d'instituer et d'exécuter au besoin les expériences physiologiques qui seront de nature à résoudre un problème pathologique ou à expliquer un état morbide donné. C'est pourquoi je recommande aux jeunes médecins de se mettre au courant de la pratique expérimentale de la physiologie. Sans cet ordre de connaissances, il leur deviendrait impossible de suivre les progrès du mouvement médical scientifique actuel.

Mais parmi les médecins physiologistes, il en est qui se sont crus obligés d'admettre deux physiologies : la physiologie normale, à laquelle appartient l'étude des fonctions de la vie en état de santé, et la physiologie pathologique, qui explique les phénomènes à l'état pathologique, l'une étudiant, par exemple, la digestion, la circulation, et l'autre expliquant la fièvre, la pneumonie et les diverses maladies. Je ne verrais pas d'inconvénient, pour mon compte, à employer les mots *physiologie normale* et *pathologique*, si l'on voulait simplement dire par là qu'on analyse tantôt des phénomènes pathologiques, tantôt des phénomènes physiologiques ordinaires; mais je repousserais ces dénominations si l'on voulait leur faire exprimer cette idée qu'il y a deux ordres de lois vitales, les unes régissant l'état pathologique, les autres gouvernant l'état physiologique. Non, les deux ordres de phénomènes se confondent, et il y a des limites où l'on ne peut pas distinguer la pathologie de la physiologie. Il n'y a, en un mot, qu'une physiologie, qui est l'analyse des phénomènes de la vie sous toutes les formes qu'ils peuvent se manifester.

Il y a dix ans déjà, nous avons fait ici un cours de pathologie expérimentale, dans lequel nous avons essayé de démontrer que tous les phénomènes pathologiques ont leurs racines dans les phénomènes physiologiques correspondants (1).

L'histoire des sciences nous apprend que toutes les idées nouvelles trouvent toujours des fanatiques ou des

(1) Voyez la première partie de ce volume.

détracteurs également nuisibles à leur développement. Il n'est donc pas étonnant que al tendance médicale physiologique expérimentale, que nous considérons comme la seule direction capable de fonder une médecine scientifique, ait été acceptée aveuglément par ses partisans trop zélés, ou proscrite d'une manière systématique par ses adversaires exagérés.

Il est en effet des médecins qui, au nom de ce qu'ils appellent les saines doctrines, ont repoussé l'expérimentation physiologique comme inutile ou dangereuse. Ils ont soutenu que l'*observation* suffit en médecine, et que c'est méconnaître les grandes traditions médicales que d'y substituer l'*expérimentation*. En poursuivant l'explication physiologique des maladies, disent-ils, on perd de vue le malade, on abandonne la clinique et l'on substitue le *laboratoire à l'hôpital*. Ces reproches ne peuvent reposer que sur des malentendus qu'il est très important de faire disparaître.

D'abord, jamais personne, parmi les médecins expérimentateurs, n'a pu avoir la pensée de soutenir qu'il fallait supprimer ou négliger la *clinique*. L'objet de la médecine est évidemment le malade, et c'est précisément l'observation clinique qui nous le fait connaître. Il faut donc, avant tout, observer au lit du malade; mais, quant à moi, je soutiens que cette simple observation clinique du malade ne suffit pas, et qu'il faut absolument recourir à l'*expérimentation*, si l'on veut arriver à l'explication scientifique des phénomènes morbides et parvenir à une thérapeutique efficace et rationnelle. En un mot, pas plus en pathologie qu'en physiologie, nous ne pouvons

comprendre les phénomènes de la vie par la simple observation extérieure de ces phénomènes. La cause réelle de leurs manifestations nous échappe, et ne peut être alors que l'objet d'hypothèses qu'enfante notre imagination. Avant d'avoir expérimenté sur la digestion pour en déterminer exactement les conditions organiques et physico-chimiques, on invoquait une force vitale digestive, une archée pylorique imaginaire. Il en est de même aujourd'hui en pathologie ; on suppose, pour expliquer les maladies, des génies morbides, des diathèses, etc. Ce ne sont là que des mots dont nous couvrons notre ignorance, en attendant que le flambeau de l'expérimentation ait porté la lumière sur la cause véritable de ces phénomènes.

Ainsi, en recommandant l'expérimentation en médecine, on ne veut donc pas substituer la physiologie des laboratoires à la clinique de l'hôpital. On ne propose pas non plus de détrôner l'observation et de ne recourir qu'à l'expérimentation, ce qui serait un non-sens qu'on a été cependant jusqu'à vouloir m'attribuer. C'est là un procédé de critique très connu, qui consiste à prêter des absurdités à ses adversaires pour avoir le mérite facile de les réfuter.

Si, dans le cours de médecine d'un Collège de France, je ne vous parle que d'expérimentation, je n'admets pas que toute la médecine ne consiste qu'en cela ; je suppose seulement que l'observation clinique vous est connue : car ici nous n'avons en définitive pour but que d'expliquer les phénomènes que la clinique nous a fait connaître. J'ajouterai même qu'en suivant cette voie expé-

rimentale, c'est toujours à l'observation clinique qu'il faut venir se retremper, si l'on ne veut pas se laisser égarer et faire fausse route.

En un mot, je ne vous dis pas : pour fonder la médecine scientifique, l'observation est inutile, l'expérimentation seule est efficace. Je vous dis seulement, et je le soutiendrai toujours, que pour fonder la médecine scientifique, l'observation est insuffisante; il faut y ajouter l'expérimentation. L'observation clinique ne peut nous donner que l'expression morbide, c'est-à-dire la forme extérieure des maladies et les lois de leur évolution. L'expérimentation nous fait remonter à la cause même de la maladie, nous en explique les mécanismes et nous apprend comment nous pouvons agir rationnellement sur eux.

D'ailleurs n'a-t-on pas compris que l'observation clinique était insuffisante, puisqu'on a eu recours aux autopsies des cadavres ? Mais les autopsies elles-mêmes sont bien souvent stériles, comme je vous le prouverai plus tard, et ce n'est vraiment qu'à l'aide de l'expérimentation pathologique sur le vivant, qu'on peut arriver à la connaissance de la cause intérieure des maladies.

En résumé, nous pouvons conclure d'une manière générale, qu'en médecine, comme dans toutes les sciences, l'observation nous apprend la *forme* des phénomènes, et que l'expérimentation nous fait remonter à leurs *causes*. Toutefois je n'entends point établir par là des définitions scolastiques de l'observation et de l'expérimentation. Une distinction absolue entre ces deux procédés de recherches n'est jamais vraie, parce que, dans la nature,

il y a toujours des transitions même entre les choses les plus opposées.

On comprend, en effet, que, toutes les fois que la cause des phénomènes siège dans la profondeur du corps, nous soyons obligés de recourir à l'expérimentation pour décomposer l'organisme, pour découvrir la cause qui se dérobait à la simple observation. Mais si, au contraire, la cause des phénomènes morbides est tout extérieure et n'est pas profondément cachée à nos regards, on conçoit aussi que l'observation puisse suffire dans ces cas pour la découvrir.

Pour vous faire saisir ma pensée, je vais vous citer un exemple tiré de la médecine et s'appliquant à une maladie des plus connues.

La gale est une affection dont la cause réelle est aujourd'hui bien déterminée, et la découverte de sa cause est une conquête de la science moderne. Avant d'en être arrivé là, on avait pourtant observé et décrit la gale ; on connaissait son évolution et l'on avait constaté sa transmissibilité d'un individu à l'autre. Mais, relativement à sa cause, alors inconnue, on faisait les hypothèses les plus diverses. On imaginait un vice herpétique donnant naissance à la maladie cutanée, à l'altération des humeurs. On supposait des métastases de ce virus ou de ces humeurs viciées sur divers organes. En un mot, on créait de toute pièce une entité morbide, à laquelle on rattachait tous les phénomènes observés. Quant au traitement de la gale, il était et devait être absolument empirique, puisqu'il s'adressait à une cause imaginaire et inconnue. On avait été conduit naturellement à employer diverses pom-

mades comme moyen topique ; on soutenait que les unes agissaient plus ou moins efficacement, mais sans pouvoir s'en rendre compte. Chacun, médecin ou non, préconisait sa pommade comme la meilleure. Je me souviens avoir connu, dans la campagne que j'habitais étant enfant, des paysans qui avaient le secret de composer des pommades soi-disant merveilleuses contre la gale.

On pouvait alors faire de la statistique sur la guérison de la gale, soutenir que tel traitement ou tel médicament topique guérissait un nombre de malades sur cent plus considérable que tel autre. Enfin on raisonnait dans ce temps-là sur la gale comme nous raisonnons encore maintenant sur les maladies dont nous ne connaissons pas expérimentalement la cause.

Mais quand la cause vraie de la gale a été découverte, on a reconnu qu'elle résidait dans un acarus qui élisait domicile sous l'épiderme humain, y creusait ses terriers, y vivait, y pullulait et déterminait par sa présence l'irritation de la couche sous-épidermique de la peau et tous les symptômes extérieurs de la gale. On a étudié les mœurs de cet acarus, ses habitudes, sa manière de vivre, et l'on a expérimenté les agents capables de lui donner la mort. Après ces études, tout s'est expliqué clairement, et l'on est devenu maître de la cause morbide. Depuis ce temps, il n'y a plus d'hypothèses à faire sur les causes occultes de la gale ; il n'y a plus de statistique à dresser sur la valeur comparative de ses traitements empiriques. Quand l'acare est bien attaqué et bien détruit, la maladie disparaît à coup sûr. Aussi les galeux qui entrent aujourd'hui à l'hôpital Saint-Louis pour s'y faire traiter sortent

tous guéris, et, au lieu qu'il soit nécessaire de les soigner pendant des semaines, ils sont débarrassés en quelques heures de leur maladie. Il n'y a plus d'exception, parce qu'il n'y a plus d'*inconnue* dans cette maladie. La cause en est trouvée; le traitement est rationnel et certain. On ne s'adresse plus à un être de raison, à un virus, un vice humoral imaginaire, on agit sur une chose que l'on touche, sur un acarus que l'on voit. Nous pouvons donc dire que la gale est une maladie expérimentalement connue.

Toutefois on est arrivé à la connaissance expérimentale de la gale sans avoir eu besoin de vivisections, ni d'expériences physiologiques proprement dites. Il a fallu seulement recourir à des procédés d'observations plus délicats et se servir de microscope. De sorte qu'on pourrait se fonder sur ce cas particulier, que j'ai choisi à dessein, pour soutenir que l'observation peut résoudre les problèmes de la médecine sans le secours de l'expérimentation.

Sans doute, si toutes les maladies avaient des causes parasitaires extérieures faciles à découvrir, comme cela s'est fait pour la gale, l'observation suffirait; mais la plupart des causes morbides résident, au contraire, à l'intérieur du corps, dans nos éléments anatomiques, qui sont eux-mêmes des espèces d'infusoires ou d'animalcules placés en dehors de nos moyens d'observation simple. Par conséquent, il faut employer, pour arriver jusqu'à eux, des moyens expérimentaux. C'est pourquoi, bien que je vienne de vous démontrer par l'exemple que j'ai cité qu'il n'y a pas de définition exclusive à donner de l'ob-

servation et de l'expérimentation, je continuerai néanmoins à soutenir la proposition générale que j'avais émise, à savoir que l'observation est insuffisante en médecine et qu'il faut généralement recourir à l'expérimentation pour arriver à découvrir la *cause* vraie des maladies.

Mais nous avons dit qu'à côté des détracteurs de la physiologie en médecine, il y avait aussi ses séides, ses fanatiques. Nous nous sommes mal exprimé, car on ne peut jamais être trop partisan des bonnes choses. Seulement, si nous faisons tous nos efforts pour engager les jeunes gens dans la voie physiologique, nous devons aussi les prémunir contre trop de précipitation et les mettre en défiance contre les engouements des théories nouvelles. Nous devons leur montrer que la médecine expérimentale est précisément celle qui repose sur une méthode ayant pour objet de leur faire éviter les excès dans les explications physiologiques, excès qui ne sont pas moins nuisibles à la science médicale pure qu'à la médecine pratique elle-même.

Pour vous prouver ce que j'avance, j'ai besoin de vous rappeler encore la loi générale d'évolution de nos connaissances, qu'il ne faut jamais perdre de vue quand on veut se rendre compte des écarts que les sciences subissent dans leur marche. Je vous ai dit, il y a un instant, qu'il fallait admettre, dans le développement de la médecine comme dans celui des autres sciences, trois périodes : la période d'*empirisme;* la période d'*observation* et la période d'*expérimentation.*

Je crois que cette division représente très justement l'évolution des sciences expérimentales. Mais il ne faudrait

pas croire que ces trois états successifs se suivent d'une manière régulière sur toutes les parties de la science à la fois, et se substituent les uns aux autres d'une manière absolue. Non, les trois périodes de l'évolution scientifique se rencontrent à la fois et marchent toujours parallèlement, parce qu'à mesure que la science s'agrandit et se constitue par l'expérimentation, elle découvre d'autres points obscurs qui doivent, à leur tour, subir leur évolution et passer nécessairement par les trois états que nous avons indiqués. De sorte que, dans les sciences expérimentales même les plus avancées, il existe simultanément des questions à toutes les périodes de leur développement scientifique.

Eh bien! c'est ce qui arrive pour la physiologie et la médecine expérimentales. Aujourd'hui, la physiologie est faite sur certains points, en voie d'études sur un grand nombre d'autres, et absolument obscure sur une foule de questions. Quant à la médecine expérimentale, elle commence à s'éclairer dans les parties où la physiologie est assez développée; mais dans les maladies où cette science ne peut lui servir de base, elle est forcée d'attendre, parce qu'elle ne pourrait aller que d'erreur en erreur si elle osait s'aventurer sur une physiologie encore incertaine, et incapable, par conséquent, de lui servir de flambeau.

La première vérité, avons-nous dit, qui nous ait été démontrée par l'expérimentation, c'est que la physiologie et la pathologie expérimentales sont inséparables dans leur avancement scientifique. Mais il n'y a pas seulement une union nécessaire, il existe encore une subordination

forcée entre ces deux sciences. La physiologie doit toujours précéder la pathologie et lui servir de point d'appui. D'où il résulte que c'est déroger aux principes de la médecine expérimentale et faire fausse route que de vouloir trouver des explications physiologiques des maladies là où la physiologie n'est pas encore fixée elle-même. Or, la physiologie expérimentale est une science qui est loin d'être constituée dans toutes ses parties. Il est donc tout naturel qu'il y ait une foule de questions pathologiques encore complètement obscures sur lesquelles la physiologie expérimentale ne peut nous fournir aucune lumière. Les médecins qui, aujourd'hui, rechercheraient une explication physiologique pour toutes les maladies poursuivraient donc une chimère dangereuse.

Mais, si je blâme les explications physiologiques prématurées, je n'en affirme que plus fortement le principe. Oui, c'est par la physiologie seule que nous obtiendrons la connaissance scientifique des maladies, et, bien que la médecine expérimentale ne soit qu'à son aurore, elle nous présente déjà des questions pathologiques et thérapeutiques pour lesquelles la démonstration est entière. J'aurai l'occasion de développer devant vous quelques-uns de ces exemples ; mais, je le répète, à côté de ces points lumineux, il en reste qui sont encore complètement dans l'ombre et qui attendent la lumière de quelques découvertes physiologiques nouvelles.

J'avais donc raison de dire que les sciences expérimentales ne sont jamais finies; et, d'ailleurs, pourrait-il en être autrement? Si l'homme n'avait plus rien à découvrir, s'il savait tout, son rôle dans ce monde serait

fini. Il ne cultive les sciences et ne recherche la vérité avec tant d'ardeur que parce qu'il ignore, et que le désir de connaître est inné chez lui.

En tant que science expérimentale, la médecine est donc une science antisystématique; elle représente, comme je vous le disais, un édifice toujours en voie de construction, qui ne sera peut-être jamais achevé. Aujourd'hui, les assises se posent, déjà quelques parties s'élèvent; mais la construction ne sera que l'œuvre du temps. Il ne faut pas que cela nous décourage, car il n'est pas nécessaire d'attendre l'achèvement de l'édifice pour s'en servir. On peut en habiter les étages déjà bâtis, en même temps que les autres s'achèvent. C'est ce que nous voyons clairement pour les sciences expérimentales très avancées telles que la physique et la chimie. Est-ce que tout est fini dans ces sciences? Pas le moins du monde; il y a des régions qui sont encore dans l'obscurité, d'autres dans l'empirisme. Cela n'empêche pas de faire des applications des lois scientifiques déjà connues. Les merveilles de l'industrie à notre époque, les machines à vapeur, les télégraphes électriques en sont des preuves éclatantes. Eh bien, il en sera de même pour la médecine; dès que les phénomènes de la vie seront bien expliqués sur certains points, l'humanité en profitera sans être obligée d'attendre plus longtemps. Ce sera là, nous le répétons, le caractère de la médecine expérimentale.

En résumé, ceux qui veulent aujourd'hui tout expliquer en médecine par la physiologie prouvent qu'ils ne connaissent pas la physiologie, et qu'ils la croient plus avancée qu'elle n'est. Ceux qui repoussent systématique-

ment les explications physiologiques en médecine prouvent qu'ils ne comprennent pas le développement de la médecine scientifique et qu'ils se trompent sur son avenir. En effet, c'est en vertu de l'évolution naturelle de toutes nos connaissances, que la médecine est destinée à devenir expérimentale. Et sous ce rapport il n'y a pas lieu de trop se préoccuper des oppositions qu'on lui suscite; c'est une évolution fatale qui est dans la loi de notre esprit et dans la nature des choses.

Je finirai comme j'ai commencé, en vous disant que ce que nous avons de mieux à faire pour concourir aux progrès de la médecine scientifique, c'est de perfectionner les méthodes d'investigation expérimentales applicables à la physiologie et la pathologie; si les principes de la méthode expérimentale sont identiques, ainsi que nous l'avons dit, dans les sciences de la vie et dans les sciences des corps bruts, les procédés différeront nécessairement à raison de la nature spéciale des phénomènes de la vie qui nous offrent une délicatesse très grande et une mobilité extrême.

Nous concluons enfin qu'il est d'autant plus utile de fixer les préceptes de l'expérimentation dans la physiologie et dans la pathologie, que par une singulière illusion on se croit capable d'expérimenter dans ces sciences sans apprentissage préalable. C'est de là que viennent tant d'expériences mal faites ou contradictoires, qui nous encombrent et qui ne peuvent se réduire que par un perfectionnement des moyens d'expérimentation et par une étude plus attentive des conditions dans lesquelles s'accomplissent les phénomènes vitaux.

L'année dernière, nous vous avons parlé des moyens de contention des animaux soumis aux opérations physiologiques. Ce sont là des procédés d'expérimentation en quelque sorte extérieurs à l'organisme; cette année, nous entrerons dans la machine vivante en étudiant le milieu interne organique dont la connaissance forme réellement la base de la médecine expérimentale; c'est pourquoi je vous entretiendrai tout d'abord d'une manière spéciale des moyens d'investigation physiologiques et pathologiques applicables aux phénomènes se passant dans le sang.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.. VI

LEÇONS DE PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE

Professées au Collège de France, 1859-1860.

PREMIÈRE LEÇON.

RÉFLEXIONS PRÉLIMINAIRES ET DÉFINITION DE LA MÉDECINE.

Considérations générales. — Rapports de l'art médical avec les sciences médicales. — Degrés successifs du développement d'une science. — Objet du cours de pathologie expérimentale. — Utilité de la physiologie au point de vue du médecin.................. 1

DEUXIÈME LEÇON.

DE LA PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

Nécessité de connaître les autres sciences pour étudier la médecine. Les symptômes pathologiques peuvent être produits par des moyens artificiels. — Ils peuvent s'expliquer d'après les principes de la physiologie. — Le système nerveux sert à la manifestation des phénomènes normaux de la vie, ainsi qu'aux réactions pathologiques. — Le développement du système nerveux s'accroît à mesure qu'on s'élève dans l'échelle animale. — Des phénomènes morbides peuvent se produire à volonté en agissant sur divers points du système nerveux, sans introduire dans l'économie aucun principe nouveau. — Effets observés sur un muscle ou sur un os par la suppression de l'influx nerveux. — Certains phénomènes morbides qu'il paraît impossible de reproduire, au premier abord, sont cependant placés sous la dépendance du système nerveux, et le physiologiste peut les développer expérimentalement. — Certaines maladies ne sauraient-elles être imitées par des moyens artificiels? Le physiologiste parviendra-t-il un jour à ce résultat? ou sera-t-il toujours forcé d'admettre des principes morbides inexplicables par les données physiologiques? — Chaque espèce animale a ses maladies particulières qui ne peuvent se transmettre aux espèces voisines. — Les perversions de la nutrition sont l'origine

de tous les tissus pathologiques. — Influence du système nerveux sur la nutrition. — Une maladie n'est pas un symptôme isolé, mais une série de symptômes. — Exemples : Effets de l'ablation des reins et de la ligature de l'artère rénale. — Élimination supplémentaire de l'urée par la surface intestinale. — Effets de la cessation de cette élimination supplémentaire. — L'extirpation des deux reins produit toujours la mort. — L'ablation d'un seul rein n'est point nécessairement mortelle. — La section des nerfs du rein détermine toujours la mort en provoquant la gangrène de l'organe et en produisant un virus putride à l'intérieur de l'économie. — La médecine scientifique résulte d'une union intime de la physiologie et de la clinique........ 11

TROISIÈME LEÇON.

DES IDIOSYNCRASIES.

Influence des diverses causes de maladies sur les individus. — Leur action diffère considérablement suivant les cas particuliers. — Les prédispositions physiologiques sont aussi fréquentes que les prédispositions morbides. — Différence entre les diverses classes d'animaux sous ce rapport. — Différence entre des animaux appartenant à la même espèce. — La résistance vitale est plus développée chez les races inférieures, et la sensibilité nerveuse chez les races plus élevées. — Ces différences sont encore plus prononcées chez l'homme. — Hypnotisme. — Magnétisme et somnambulisme. — Différences entre les animaux en état d'abstinence, et ceux qui sont en pleine digestion. — Effets du froid, de l'ivresse ou de l'anesthésie. — L'action des médicaments n'est pas la même dans l'état de santé et dans l'état de maladie. — Ces différences tiennent surtout à l'état du système nerveux et aux modifications de l'absorption. — Expériences sur les glandes salivaires. — Le curare dans le traitement du tétanos. — Diverses prédispositions morbides observées chez les animaux. — Des tendances analogues peuvent être artificiellement créées par la section de certaines branches du grand sympathique. — Les idiosyncrasies doivent être regardées comme de simples prédispositions physiologiques.. 22

QUATRIÈME LEÇON.

DE LA CATALYSE, ET DES AGENTS CHIMIQUES QUI PRODUISENT LA MALADIE DANS LE CORPS VIVANT.

Différences de l'action des poisons sur divers animaux. — Elles se rapportent à l'état du système nerveux. — Les animaux les moins sen-

sibles aux poisons névrosthéniques sont plus exposés aux maladies virulentes et contagieuses. — Cette différence s'explique par les altérations du sang. — Gangrène des parties dont les vaisseaux sont oblitérés. — Les principes virulents ne peuvent se développer qu'au sein d'une organisation vivante. — Difficulté d'expliquer leur mode de formation. — Tantôt le virus est répandu dans toute l'économie ; tantôt il est localisé sur quelques points particuliers. — Hydrophobie. — Morve. — Pneumonie contagieuse. — Certaines dispositions physiologiques offrent de l'analogie avec ces états morbides. — Le chien enragé ressemble à la vipère. — Moyens d'imiter artificiellement ce processus morbide. — Injections de ferment dans les veines. — De sang putréfié. — De sang puisé dans les veines d'animaux mourant de faim. — Phénomènes putrides qui en résultent. — Expériences de Pringle sur la contagion putride. — Les progrès de la médecine, à cet égard, sont intimement liés à ceux de la chimie organique.. 33

CINQUIÈME LEÇON.

DES MALADIES QUI RÉSULTENT DU DÉVELOPPEMENT PATHOLOGIQUE DES CELLULES.

Continuation du parallèle entre les maladies de l'homme et celles des animaux. — La manifestation extérieure des actions vitales est sous la dépendance d'une action nerveuse. — Maladies dans lesquelles le système nerveux ne paraît jouer aucun rôle. — Le développement des tissus paraît indépendant de toute influence nerveuse directe. — Il existe trois ordres de phénomènes vitaux. — Phénomènes nerveux ou mécaniques. — Phénomènes catalytiques ou chimiques. — Phénomènes histologiques ou de développement. — Évolution de l'être vivant. — Dans le principe, elle est indépendante du système nerveux. — Origine des cellules. — Ont-elles toujours une cellule pour point de départ? — Peuvent-elles se produire quelquefois spontanément? — Force de développement chez l'adulte. — Elle est plus considérable chez les animaux inférieurs. — Manifestations morbides de cette force vitale particulière. — Tissus hétéromorphes. — Recherche de Virchow sur la pathologie cellulaire. — Certaines maladies sont le résultat d'un développement imparfait. — D'autres sont produites par une déviation du type normal. — Les affections locales ne sont pas de vraies maladies. — Nutrition imparfaite, ses résultats immédiats. — Absence de matière glycogène dans les tissus de l'animal. — Elle précède souvent la mort.. 44

SIXIÈME LEÇON.

DES PRINCIPES RATIONNELS DE LA THÉRAPEUTIQUE.

Notions diverses répandues dans le monde médical à l'égard de la thérapeutique. — Expectation. — Médications actives. — Force médicatrice. — Comment faut-il interpréter cette expression ? — Doctrine d'Hippocrate sur les crises et les jours critiques. — Formes diverses que cette opinion a revêtues. La réalité des guérisons spontanées est démontrée par les faits cliniques. — Injection de substances putrides dans les veines. — Résultats de cette expérience. — Erreurs de la nature. — Nécessité d'en diriger les efforts. — L'expectation est absurde dans certains cas : elle est rationnelle dans d'autres circonstances. — Opinion de Gall. — La force médicatrice est une force physiologique. — Exemples à l'appui. — Pouvoir de régénération que possèdent les animaux inférieurs. — Exemples de la même faculté chez les animaux supérieurs. — Expériences de Tiedemann et Gmelin sur les conduits biliaires. — Expériences de Claude Bernard sur le conduit pancréatique. — Expériences de Sédillot sur la ligature de l'œsophage. — Reproduction de certains tissus chez l'homme. — Cette propriété se manifeste à un degré supérieur dans les membranes épithéliales. — Les forces physiologiques continuent à agir dans l'état de maladie. — Les évacuations critiques peuvent être assimilées à l'élimination des corps étrangers. — Conséquences pratiques.......... 59

SEPTIÈME LEÇON.

DES PRINCIPES RATIONNELS DE LA THÉRAPEUTIQUE (suite).

La nature n'est pas toujours capable de guérir les maladies ; l'intervention de l'art est souvent indispensable. — Nécessité pour le médecin de bien connaître l'action des médicaments. — Définition des médicaments. — Différences qui les séparent des aliments et des poisons. — Tous les médicaments sont des substances étrangères à l'économie, et par conséquent, des poisons. — Opinions diverses sur l'action des médicaments. — Quelques-unes de ces opinions sont manifestement erronées. — Action de l'émulsine sur l'amygdaline. — L'émulsine et l'amygdaline injectées séparément dans le sang, ou prises séparément par la bouche, ne produisent aucun effet nuisible. — Simultanément injectées ou absorbées, elles donnent la mort. — Les ferments ne sont pas absorbés par l'appareil digestif. — L'action des médicaments ne peut pas s'expliquer par leurs propriétés exclusivement chimiques. — Expériences de M. Poiseuille. — Explications relatives à l'action de

certains médicaments tirées de l'endosmose. — Affinité élective démontrée par l'action du phosphore, de l'éther, etc. — Toutes les théories jusqu'ici formulées sont plus ou moins imparfaites....... 70

HUITIÈME LEÇON.

DES EFFETS LOCAUX DES MALADIES GÉNÉRALES.

Les diverses explications qu'on a jusqu'à présent données relativement à l'action des médicaments sont complètement insuffisantes. — Tentatives pour résoudre la question rationnellement. — Les effets des médicaments doivent être considérés comme des phénomènes physiologiques. — Les divers tissus qui font partie du corps jouissent individuellement de propriétés distinctes et spéciales. — Il existe deux appareils généraux qui sont en rapport avec tous les tissus, à savoir les vaisseaux et les nerfs. — Le sang est le milieu dans lequel existent tous nos éléments. — Le sang transporte les substances nutritives à leur destination. — Le sang est encore le véhicule des médicaments et des poisons. — Les médicaments doivent être envisagés comme des agents physiologiques d'une nature particulière. — Ils agissent sur nos tissus d'une manière entièrement physiologique. — L'action de l'oxygène en est une preuve. — Les propriétés des divers éléments histologiques sont différentes. — Les agents qui peuvent les modifier sont également différents. — Action de la strychnine, du curare, de la digitale, de l'oxyde de carbone, de l'arsenic. — Différence entre les nerfs sensitifs et moteurs. — Les médicaments aussi bien que les poisons n'agissent point sur les organes, mais sur les éléments de tissus. — Différence entre les animaux de diverses espèces relativement à l'intensité avec laquelle certains poisons agissent sur eux. — Cette différence existe également par rapport à des tissus homologues chez le même animal. — Le fait s'explique par la vitalité supérieure de certains animaux et de certains organes. — La digitale arrête l'action du cœur longtemps avant de paralyser les autres muscles. — Le galvanisme agit plus puissamment sur les muscles volontaires que sur ceux qui sont involontaires. — Les effets généraux des médicaments s'expliquent rationnellement par leur action sur les éléments histologiques.. 81

NEUVIÈME LEÇON.

DES SYMPTÔMES GÉNÉRAUX DE L'ÉTAT MORBIDE.

Les effets généraux des médicaments et des poisons sont toujours en rapport avec l'activité des vaisseaux et des nerfs. — Il en est de

même pour les symptômes généraux de l'état morbide. — Les causes diverses qui peuvent produire la mort ne méritent pas toujours le nom de *maladie*. — Les lésions purement locales sont de ce nombre. — Le mot *maladie* ne doit réellement s'appliquer qu'aux affections générales. — Pour devenir générales, les affections locales doivent emprunter le secours des vaisseaux ou des nerfs. — Rôle des veines dans l'empoisonnement. — Expérience de Magendie. — Rôle des artères. — Les poisons ne peuvent agir sur les tissus qu'en traversant les vaisseaux artériels. Ils sont quelquefois éliminés avant d'y parvenir. — L'hydrogène sulfuré en fournit un exemple. — L'élimination se fait alors habituellement par les poumons. — Importance de l'appareil pulmonaire à cet égard. Activité extraordinaire des poisons lorsqu'ils sont absorbés par la surface pulmonaire. — De faibles quantités de poisons peuvent circuler dans le sang sans mettre la vie en danger. — Les effets des poisons peuvent souvent se rapporter à l'intervention directe du système nerveux. — Injections de sable dans les artères. — Résultat de cette expérience. — Les symptômes généraux qui succèdent à l'opération sont supprimés par la section des nerfs sensitifs. — Différences du mécanisme par lequel agissent les nerfs et les vaisseaux en pareil cas. — Les nerfs moteurs peuvent quelquefois produire des symptômes généraux. — Effet de l'irritation des nerfs sensitifs sur la circulation générale. — Effets produits par des causes d'irritation permanente. Effets produits par une plaie ouverte. — Modifications que subissent les nerfs exposés au contact de l'air. 90

DIXIÈME LEÇON.

DES EFFETS GÉNÉRAUX DES MÉDICAMENTS.

Influence du système nerveux sur les symptômes généraux de toutes les maladies. — Les glandes sont de deux espèces. — Celles qui séparent du sang les matériaux de leur sécrétion, et celles qui versent leurs produits dans le milieu circulatoire. — L'influence nerveuse agissant sur la sécrétion peut empoisonner la masse totale du sang. — Les maladies doivent toujours être considérées comme la conséquence de lésions matérielles. Les propriétés vitales ne sont que les propriétés physiques et chimiques de la matière vivante. — Doctrine de Pinel et de Broussais sur les fièvres. — Tendances actuelles de la science. — Impossibilité de décider la question si les altérations morbides sont la cause ou l'effet des maladies. — Les fièvres éruptives sont un exemple de lésions locales consécutives à une maladie générale. — Rapports intimes entre les symptômes gé-

néraux et locaux. — Rôle du grand sympathique dans l'inflammation. — Ce rôle paraît se rapporter à la pathologie vasculaire. — Modifications inflammatoires de la fibrine. — Effets de ce changement sur les globules du sang. — Formations de dépôts putrides dans les vaisseaux. — Leurs effets sur l'économie tout entière. — La fièvre n'est pas le seul mode par lequel les affections générales produisent des lésions locales. — Injections de carbonate d'ammoniaque dans les veines. — Ses effets comparés à ceux des fièvres éruptives. — Nature de semblables lésions. — Elles doivent être considérées comme purement mécaniques.. 99

ONZIÈME LEÇON.

DE L'ANALOGIE ENTRE L'ACTION DES CAUSES MORBIDES ET CELLE DES POISONS.

Réflexions générales sur les caractères essentiels des causes morbides. — Comme tous les agents extérieurs au corps, elles doivent être examinées ou étudiées dans leur action physiologique. — Les reproches adressés aux médecins à l'égard de leur ignorance par rapport aux causes des phénomènes biologiques sont mal fondés. — Certaines questions ne peuvent point recevoir de réponse scientifique. — Nous ne pouvons pas connaître le pourquoi des choses. — Les résultats pratiques sont toujours en rapport avec la partie accessible des questions scientifiques. — L'action des causes morbides peut se comparer à celle des poisons. — Curare. — Strychnine. — Fait singulier d'empoisonnement par l'arsenic rapporté par Corvisart. — Comment les diverses maladies produisent-elles la mort? — Autopsie rationnelle. — Elle consiste à examiner successivement et physiologiquement tous les tissus et liquides organiques. — Le foie ne contient plus de substance glycogène à la fin de plusieurs maladies. — Insuffisance des autopsies cadavériques telles qu'on les pratique habituellement. — Conclusions pratiques à déduire des réflexions précédentes. — Idée erronée du pouvoir exercé par la nature sur l'homme. — Nécessité de comparer les recherches expérimentales aux observations cliniques et de comparer les tissus sains aux tissus pathologiques. — Les effets des principes morbides peuvent être combattus de deux manières : 1° en neutralisant le principe ; 2° en l'éliminant. — Ce dernier moyen d'action est celui qui est le plus à notre portée...... 108

DOUZIÈME LEÇON.

DE L'ANALOGIE ENTRE LES CAUSES MORBIDES ET LES POISONS (suite).

Les progrès de l'anatomie pathologique ont été du plus grand secours aux sciences médicales. — Les résultats des autopsies cadavériques sont, toutefois, loin de nous satisfaire. — Des lésions fort étendues peuvent parfois exister sans avoir déterminé pendant la vie des symptômes graves. — L'anatomie pathologique ne suffit donc pas pour expliquer toutes les modifications qui se produisent dans l'organisme à l'état de maladie. — Mes expériences sur les nerfs abdominaux. — Expérience de Chossat sur l'inanition. — Effets mortels d'une secousse inattendue chez des animaux réduits à un grand état de faiblesse par l'inanition. — Influence de la température sur la durée de la vie dans ces conditions spéciales. — L'anatomie pathologique ne peut expliquer que les causes immédiates et mécaniques de la mort. — D'autres moyens d'investigation sont donc nécessaires. — Les effets des poisons ressemblent entièrement, sous ce rapport, à ceux des causes morbifiques. — Deux classes bien distinctes de substances vénéneuses. — Les unes se combinent chimiquement aux tissus, les autres circulent librement dans le sang. — Les effets des premières sont permanents et incurables; les effets des secondes peuvent n'être que transitoires. — La substance toxique peut être expulsée de l'organisme quand la vie est artificiellement prolongée....... 118

TREIZIÈME LEÇON.

DES POISONS.

Importance de la méthode expérimentale en physiologie et en pathologie. — Les phénomènes que présentent les êtres vivants, à l'état de santé comme à l'état de maladie, résultent des propriétés de la matière vivante. — Considérations générales sur la nature de la maladie. — Insuffisance des principales définitions adoptées jusqu'ici. — Maladies essentielles. — Comment on peut en admettre l'existence sans blesser les principes de la science. — Applications de ces vues à la pathologie expérimentale. — Les expériences à poursuivre consistent à développer artificiellement diverses maladies chez les animaux dans des conditions bien déterminées à l'avance. — Sous ce rapport, les poisons sont les plus commodes de tous les moyens d'expérimentation. — Leurs effets ressemblent à ceux de la maladie sous tous les rapports. — Leur action sur les éléments histologiques. — Sym-

ptômes constants qui succèdent à leur introduction dans l'économie. — Divers degrés de la rapidité avec laquelle leurs effets se manifestent. — Absence souvent complète de lésions visibles. — Possibilité d'une guérison radicale. — Période d'incubation qui précède l'explosion des symptômes caractéristiques. — Les phénomènes de la vie sont donc indissolublement reliés les uns aux autres et doivent être étudiés par les mêmes procédés dans tous les cas. — L'action des poisons offre d'immenses avantages à l'observateur physiologiste. — Des distinctions établies entre l'étude expérimentale et l'observation clinique. — Énumération des principales substances dont on se propose d'étudier l'action dans les leçons qui vont suivre.............. 125

QUATORZIÈME LEÇON.

DES EFFETS DU CURARE.

Variations de l'intensité avec laquelle certains poisons agissent sur les diverses classes d'animaux. — Différences à cet égard entre les animaux de la même espèce. — Entre l'adulte et le jeune animal. — Entre l'animal après la naissance et l'animal pendant la vie fœtale. — Les effets du curare en sont la preuve. — Il agit sur les nerfs moteurs, paralyse les mouvements respiratoires et fait mourir par asphyxie. — Rétablissement de l'animal par la respiration artificielle. — Chez les animaux dont la respiration est indépendante de tout mouvement, le curare ne tue pas. — État embryonnaire. — L'intensité de l'action du curare est directement en rapport avec l'activité respiratoire. — Les oiseaux viennent en première ligne, puis les mammifères, les reptiles, les poissons, enfin le fœtus. — Une femelle pleine étant empoisonnée par le curare, l'embryon survit à sa mère. — Expériences sur de jeunes poissons. — Comparaison des effets de l'upas antiar et du curare. — Action du curare sur les espèces inférieures. — Il cesse d'agir quand le système nerveux cesse d'exister. — Il est absorbé par la surface interne des poumons. — Expériences faites sur les grenouilles et sur les lapins. — Autopsie rationnelle des sujets de ces expériences. — Y a-t-il des lésions visibles dans les nerfs paralysés? — Opinion de Jacubowitch. — Explications diverses. — Rapidité de la marche du fluide nerveux. — Modifications de cette propriété dans l'empoisonnement par le curare.................. 135

QUINZIÈME LEÇON.

DES POISONS MUSCULAIRES.

L'absence de tout changement physique apparent dans les organes s'observe chez les sujets empoisonnés comme chez ceux qui succombent à des affections maladives. — L'action du curare et de la strychnine en sont des exemples. — Réflexions sur les effets particuliers que produit ce dernier poison. — Expériences qui paraissent décider la question. — Poisons musculaires. — Upas. — Digitale. — Corowal et Vao. — Vératrine. — Flèches empoisonnées de l'Amérique du Sud. — Elles sont trempées dans une substance spéciale. — Cette substance est analogue au venin du crapaud. — Considérations générales sur les venins. — Leurs propriétés diffèrent sous plusieurs rapports de ce qu'on avait supposé. — Ils offrent souvent un degré très élevé de stabilité chimique. — Ils résistent à l'action de la chaleur et à divers réactifs énergiques. — Ils empoisonnent l'animal qui les fournit lui-même. — Venin du crapaud. — Effets généraux des poisons musculaires. — Ils se divisent en deux grandes classes. — Ceux qui agissent sur le cœur et ceux qui agissent sur le système musculaire. — Expériences sur divers animaux. — Modifications que ces poisons amènent dans les propriétés physiques du tissu musculaire. — Elles sont analogues à celles qui se produisent après la mort. — Réaction acide du tissu musculaire. — Rigidité cadavérique prématurée. — Rapports entre les phénomènes physiques et physiologiques. — La disparition des propriétés vitales dans un tissu quelconque est toujours produite par des altérations matérielles. — La nature de ces altérations reste souvent inappréciable et inconnue. — Quel sera le programme du cours de pathologie expérimentale.... 146

LEÇONS SUR LES PROPRIÉTÉS DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

PREMIÈRE LEÇON.

PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DU SYSTÈME NERVEUX.

Réflexions préliminaires. — But général du cours. — Influence du système nerveux sur tous les actes de la vie. — Les racines nerveuses se divisent en *sensitives* et en *motrices*. — Dans l'état actuel de la science cette distinction est insuffisante. — Les propriétés physiologiques des tissus vivants, avant de disparaître en entier, subissent

une série de modifications très importantes à connaître. — L'action des maladies modifie nos tissus d'une manière graduelle, au lieu de les désorganiser brusquement. — L'extirpation subite d'un organe ne donne donc pas une idée juste des actions pathologiques. — Exemple tiré des modifications de la sensibilité. — Plaies récentes. — Différence entre les tissus doués de sensibilité et les autres qui ne le sont pas ; il n'existe entre eux qu'une différence de degré. — Les variations de la sensibilité se rapportent toujours aux fonctions des racines postérieures. — Les nerfs pneumo-gastriques sont privés de sensibilité chez les animaux à jeun ; ils deviennent sensibles pendant l'acte de la digestion. — Les modifications qui surviennent dans les propriétés d'un nerf se rattachent habituellement à l'état des tissus auxquels il se distribue. — Effets produits par la section du grand sympathique. — L'augmentation de l'activité musculaire est l'une des causes principales qui développent la sensibilité de certaines régions du corps. — Les impressions sensitives ne peuvent s'exprimer que par des mouvements. — Indications fournies par le cardiomètre dans les cas douteux.. 150

DEUXIÈME LEÇON.

LES FONCTIONS DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

Le caractère essentiel du système nerveux au point de vue physiologique, c'est le dualisme. — La sensibilité et la motricité sont les deux grandes propriétés qui de tout temps ont été rapportées au système nerveux. — Division anatomique relative aux propriétés des deux grands ordres de nerfs. — Nerfs mixtes. — Recherches anatomiques de Charles Bell. — Expériences de Magendie et de Müller. — Pourquoi les animaux inférieurs se prêtent-ils mieux aux recherches de ce genre? — Procédés opératoires pour ouvrir le canal rachidien. — Disposition anatomique des racines spinales chez le chien. — Expériences diverses sur les propriétés des nerfs rachidiens. — Expériences de Legallois sur les effets de la destruction totale de la moelle épinière. — Analyse des phénomènes de la sensibilité récurrente. — Peut-elle s'expliquer par les anastomoses qui existent entre les nerfs sensitifs et moteurs ? — Les anastomoses des fibres nerveuses se font probablement aux extrémités terminales des nerfs. — Dans quelques cas, l'union s'opère sur un point plus rapproché des centres. — Expériences sur le nerf sciatique. — Chez les animaux soumis à l'anesthésie, les racines postérieures sont les dernières à perdre la sensibilité et les premières à la recouvrer.......... 117

TROISIÈME LEÇON.

DE LA SENSIBILITÉ RÉCURRENTE.

Expériences relatives aux fonctions de la moelle épinière. — Les racines postérieures servent à transmettre les impressions sensitives; les racines antérieures, à déterminer les mouvements. Expériences qui démontrent l'existence de ces propriétés fondamentales. — Sensibilité récurrente. — Les expériences qui sont destinées à la mettre en lumière doivent être pratiquées sur des animaux supérieurs. — Précautions à prendre pour entretenir la sensibilité de l'animal. — Les nerfs peuvent devenir insensibles après l'ouverture du canal rachidien. — Opinions diverses relatives à l'origine de la sensibilité récurrente. — Elle est considérée comme étant le résultat de la réflexion de fibres sensitives, qui reviennent de la périphérie au centre. — Preuves à l'appui. — Caractères physiologiques des fibres sensitives et motrices. — Les fibres motrices sont aplaties, les fibres sensitives ont une forme cylindrique. — Existe-t-il quelques fibres sensitives dans les racines antérieures, et quelques fibres motrices dans les racines postérieures? — Opinion d'Arnold sur ce point. — La section des racines postérieures détruit toute sensibilité dans les racines motrices correspondantes. — Considérations sur la structure de la moelle épinière. — La sensibilité propre dont elle jouit provient des racines postérieures. — Expériences diverses sur la sensibilité récurrente. 182

QUATRIÈME LEÇON.

DES MODIFICATIONS QUE SUBISSENT LES NERFS APRÈS UNE SECTION TRANSVERSALE COMPLÈTE, ET DES PROPRIÉTÉS INTRINSÈQUES DE LA MOELLE ÉPINIÈRE.

Modification que subissent les racines des paires rachidiennes après avoir été coupées. — Les nerfs qui ont été écrasés ou désorganisés ne se reproduisent plus. — Quand la section a été faite par un instrument tranchant les résultats sont différents. — Les racines motrices continuent à vivre par le bout central, dont l'extrémité se transforme en une petite tumeur, tandis que le bout périphérique s'atrophie. — Pour les racines sensitives, c'est l'inverse qui a lieu. — Ces faits coïncident avec les résultats de l'observation clinique. — État des extrémités nerveuses dans les moignons des amputés. — Expériences de Waller. — Effets de la section des nerfs mixtes. — Le nerf se cicatrise après un certain laps de temps, et reprend ses fonctions. — Section de la cinquième paire, dans le ca de névralgie faciale. —

Propriétés intrinsèques de la moelle épinière. — On la considérait autrefois comme étant formée par la réunion de toutes les fibres nerveuses, contenues dans les racines antérieures et postérieures. — Cette manière de voir était conforme aux idées de Charles Bell. — On sait aujourd'hui que l'encéphale, la moelle épinière et les racines des nerfs rachidiens, sont des organes distincts, quoique juxtaposés. — Sensibilité propre de la moelle épinière. — Expériences de Van Deen. — La moelle épinière, prise en elle-même, est dépourvue de sensibilité. — La sensibilité qu'elle possède lui vient des racines postérieures. — La moelle épinière est destinée à percevoir des vibrations nerveuses, comme le nerf optique à percevoir les impressions lumineuses. — Expériences de Magendie de sur la rétine. — Expériences sur la sensibilité récurrente. — Résultats de la section du nerf sciatique. — Conclusions qui en découlent........................ 190

CINQUIÈME LEÇON.

DES PROPRIÉTÉS INTRINSÈQUES DE LA MOELLE ÉPINIÈRE (suite).

La moelle épinière devient insensible quand elle est séparée des racines postérieures. — Pour le démontrer, il faut arracher les racines postérieures, au lieu de les couper — Résultats d'une section unilatérale des cordons postérieurs. — Augmentation de la sensibilité et de la température des parties correspondantes. — Expériences de Stannius, de Türck et de M. Brown-Séquard. — Les effets d'une section unilatérale sont directs pour la partie inférieure de la moelle épinière et croisés pour la partie supérieure. — Explication physiologique de ces phénomènes. — Effets produits par une section complète de la moelle épinière. — Augmentation de l'intensité des mouvements réflexes. — Phénomènes observés par Fouquier chez les paraplégiques. — Hypothèse de Müller. — Faits à l'appui. — La moelle épinière est un centre nerveux indépendant de l'encéphale....... 198

SIXIÈME LEÇON.

DES PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES QUI SE DÉVELOPPENT DANS LES NERFS APRÈS UNE SECTION COMPLÈTE.

L exagération des propriétés physiologiques qui s'observe dans les parties séparées de l'encéphale se produit dans toutes les régions du système nerveux. — Tous les nerfs coupés présentent, pendant un certain espace de temps, une excitabilité plus grande qu'à l'état normal. — La sensibilité diffère de la douleur. — Les impressions pro-

duites sur les nerfs ne doivent pas être confondues avec la perception cérébrale qui nous en révèle l'existence. — Diverses expériences sur ce point. — L'excitabilité motrice participe à cette exaltation des propriétés après une section complète. — Les médicaments et les poisons agissent avec plus d'intensité sur les nerfs coupés. — L'excitabilité exagérée qui s'observe en pareil cas est l'un des premiers indices d'une mort prochaine. — Les muscles participent, aussi bien que les nerfs, à ce surcroît d'excitabilité. — Tous les tissus deviennent plus irritables quand l'influence nerveuse est supprimée. — Les nerfs ne sont donc pas seulement des excitateurs, ce sont aussi des freins. — Actions réflexes : leur mécanisme. — Effets d'une section complète sur les branches du grand sympathique. — Effets produits sur le grand sympathique par la section du pneumogastrique. — Convulsions de l'asphyxie chez les animaux dont la moelle épinière a été coupée........ 205

SEPTIÈME LEÇON.

DES PROPRIÉTÉS DES NERFS SOUMIS A UNE SECTION COMPLÈTE (suite).

Récapitulation des principales expériences qui démontrent l'augmentation de l'excitabilité dans les nerfs coupés. — Hyperesthésie. — Action du galvanisme. — Action des médicaments et des poisons. — Action du curare. — Les agents médicamenteux, introduits dans l'économie, dirigent habituellement leur action plus spécialement sur les organes malades. — L'influence des nerfs sur la contractilité des vaisseaux explique cette affinité élective. — Comment les tissus des animaux inférieurs peuvent-ils acquérir les propriétés qui caractérisent les animaux supérieurs, et réciproquement ? — Effets des poisons chez les animaux dont les nerfs ont été coupés. — Expériences diverses...... 213

HUITIÈME LEÇON.

DES PROPRIÉTÉS DES NERFS SOUMIS A UNE SECTION COMPLÈTE (suite).

Analyse des expériences tentées sans succès dans le cours de la leçon dernière. — Pourquoi ces expériences n'ont-elles pas réussi ? — En physiologie, comme dans les autres sciences, les résultats d'une expérience faite dans les mêmes conditions sont toujours identiques. — Des exceptions en médecine. — Différences individuelles qui peuvent exister soit à l'état de santé, soit dans l'état morbide. — L'irritabilité excessive des nerfs coupés est un phénomène pathologique. — Cette excitabilité est aussi l'un des premiers symptômes produits par l'action du curare et de certains autres poisons. — Les expériences qui

avaient échoué dans séance précédente sont pratiquées cette fois avec succès.. 218

NEUVIÈME LEÇON.

DES DIFFÉRENCES QUE PRÉSENTENT LES NERFS SENSITIFS ET LES NERFS MOTEURS, APRÈS LA SECTION COMPLÈTE.

L'action des médicaments et des poisons sur le système nerveux semble, au premier abord, en augmenter les propriétés. — Application de ces données à la pathologie. — Effets de l'opium. — Les lésions du système nerveux modifient les effets des excitants extérieurs. — A l'état normal, le galvanisme agit plus énergiquement sur les nerfs moteurs que sur les fibres sensitives. — Le contraire a lieu après la section de la moelle épinière. — Effets généraux des lésions qui portent sur l'appareil sensoriel. — Production artificielle d'accès épileptiformes. — Expériences de M. Brown-Séquard. — Parallèle entre les effets de la strychnine et ceux du curare. — Troubles exclusivement produits par le système nerveux. — Convulsions, troubles de sécrétion, etc. — Différence essentielle entre les deux grandes divisions du système nerveux.. 224

DIXIÈME LEÇON.

DES EFFETS PRODUITS SUR LE SYSTÈME MUSCULAIRE PAR LA SUPPRESSION DE L'INFLUENCE NERVEUSE.

Intervention de l'élément contractile dans tous les phénomènes nerveux. — La contractilité est une propriété spéciale des muscles, indépendante des nerfs qui les animent. — Opinions diverses. — Expériences de M. Kühne. — Variations de l'irritabilité musculaire. — Opinions de Remak. — Expériences de M. Duchenne, de Boulogne. — L'irritabilité musculaire augmente quand toute influence nerveuse est supprimée. — L'action des poisons est en même temps plus rapide. — Parallèle entre les propriétés du tissu musculaire chez les batraciens et chez les mammifères. — Expériences diverses sur ce point.. 230

ONZIÈME LEÇON.

DES VARIATIONS DE L'EXCITABILITÉ DES TISSUS VIVANTS.

L'excitabilité de tous les tissus augmente peu de temps avant la mort. — Un nerf étant coupé, l'augmentation de l'excitabilité se manifeste

d'abord dans le tronc principal, puis dans les grosses branches qui en émanent, puis enfin dans les ramifications terminales. — Application de ces faits à la pathologie. — État des nerfs dans l'hystérie, dans la paralysie et chez les anémiques. — Les propriétés du grand sympathique sont analogues, à cet égard, à celles du système cérébro-spinal. — La température du corps s'élève souvent de quelques degrés avant la mort. — Expériences sur le courant électrique des muscles. — La contraction musculaire peut servir d'excitant aux nerfs moteurs eux-mêmes.......... 238

DOUZIÈME LEÇON.

DE L'INFLUENCE DU SYSTÈME NERVEUX SUR LES PHÉNOMÈNES CHIMIQUES DE LA VIE.

La sensibilité et le mouvement ne sont pas les seuls phénomènes qui dépendent du système nerveux. — Les réactions chimiques qui s'opèrent dans l'organisme vivant sont également soumises à l'influence nerveuse. Il n'existe aucune différence réelle entre le nerf grand sympathique et le système cérébro-rachidien. — Les nerfs moteurs de la vie organique sont absolument semblables à ceux qui président au mouvement volontaire. — Les différences qui les séparent tiennent à l'organisation différente des fibres musculaires auxquelles ils se distribuent. — Toutes les réactions chimiques qui s'opèrent au dedans de l'économie obéissent aux mêmes lois que celles qui s'opèrent au dehors. — Elles appartiennent en général à l'ordre des fermentations. — Influence du système vasculaire sur les sécrétions. — La production du glycose dans le foie en offre un exemple. — Les fibres contractiles des vaisseaux jouent un rôle important dans toutes les réactions chimiques de la vie. — Les nerfs n'agissent qu'à titre d'excitateurs. — Application de ces vues à la pathologie.......... 244

TREIZIÈME LEÇON.

DES ORIGINES DU GRAND SYMPATHIQUE.

La moelle épinière est le centre d'où partent toutes les ramifications périphériques des nerfs. — Opinion des anatomistes et des physiologistes sur la nature, l'origine et les fonctions du grand sympathique. — Origine cervico-céphalique du grand sympathique. — Augmentation de température qui succède à la section du grand sympathique. — Origines des nerfs dans les cellules nerveuses de la moelle épinière.......... 250

QUATORZIÈME LEÇON.

DES FONCTIONS DU GRAND SYMPATHIQUE.

Expérience sur les fonctions du grand sympathique. — Augmentation simultanée de la chaleur et de la sensibilité, qui résultent de la section de diverses branches de ce nerf. — Afflux du sang dans les parties correspondantes. — La galvanisation du bout périphérique du nerf coupé produit l'effet inverse. — Ces troubles sont évidemment liés au système nerveux par l'intermédiaire des fibres contractiles non volontaires. — La moelle épinière préside donc à tous ces phénomènes. — Application de ces données à certains phénomènes pathologiques. — Le diabète et l'albuminurie peuvent être déterminés par certaines lésions du quatrrième ventricule. — Les effets s'expliquent par l'accélération de la circulation abdominale. — Expériences sur les batraciens. — Salivation produite par certaines opérations pratiquées sur le nerf facial. — Hypothèse qui attribue ces divers phénomènes à une paralysie des vaisseaux. — Objections qui s'élèvent contre cette manière de voir.................................... 256

QUINZIÈME LEÇON.

DE LA DILATATION ACTIVE DES VAISSEAUX.

Action du grand sympathique sur les vaisseaux. — Dilatation vasculaire qui résulte de la section de ce nerf. — Contraction des vaisseaux, qui résulte de son excitation galvanique. — La paralysie des fibres contractiles des vaisseaux ne suffit pas pour expliquer leur dilatation. — Ce phénomène est *actif*, et n'est point le résultat d'une distension purement passive. — Les vaisseaux sont placés sous l'empire de deux ordres de nerfs antagonistes. — Expériences à l'appui. — L'excitation de la corde du tympan et du nerf moteur de la glande parotide dilatent les vaisseaux des glandes salivaires. — L'origine des nerfs dilatateurs des vaisseaux est encore mal connue........ 261

SEIZIÈME LEÇON.

DE L'INFLUENCE DU SYSTÈME NERVEUX SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE DU SANG.

Le système nerveux intervient dans les phénomènes de l'hématose. — Le sang des veines rénales est habituellement d'un rouge vif. — Le sang veineux, fourni par des glandes en pleine activité, est toujours rouge. — Expérience sur la glande sous-maxillaire. — Les résultats

de ces expériences sont d'accord avec les données que fournit l'analyse du sang. — Le système musculaire présente des phénomènes tout opposés. — Le sang veineux devient noir pendant le travail musculaire. — Il devient rouge quand les muscles sont en repos. — Par ce motif, le sang veineux, pris dans son ensemble, est habituellement noir, car le système musculaire n'entre jamais dans un état de repos absolu. — Effets de la syncope. — L'existence des deux ordres de nerfs vaso-moteurs explique ces divers phénomènes. — La respiration de l'oxygène s'accomplit, non dans les poumons, mais dans le sang et dans la profondeur même de nos tissus. — La section du grand sympathique s'oppose à ce travail, il fait passer le sang artériel presque pur dans les veines. — Analyse comparative des gaz du sang pendant le travail et le repos des muscles et des glandes... 269

DIX-SEPTIÈME LEÇON.

DE LA CHALEUR ANIMALE.

La chaleur animale a été habituellement envisagée comme le résultat d'une combustion. — Opinion de Lavoisier sur cette question. — Modifications ultérieures de ces idées. — La chaleur résulte-t-elle d'une simple oxydation des éléments de nos tissus? — Cette explication ne paraît pas suffisante. — Les modifications physiques qui s'opèrent au sein de l'économie produisent et absorbent de la chaleur. — La chaleur du sang dans les veines ne dépend pas toujours des phénomènes d'oxydation dans les tissus qu'il traverse. — Dans les muscles, la disparition d'oxygène correspond à l'élévation de la température; il en est autrement dans les glandes. — Mais l'accélération de la circulation coïncide dans l'un et dans l'autre cas avec l'augmentation de la température. — Le frottement qui en résulte peut-il rendre compte de la production d'une certaine quantité de chaleur? — Les effets de la section du grand sympathique sont-ils d'accord avec cette manière de voir?................................... 275

DIX-HUITIÈME LEÇON.

DE L'INFLUENCE DU SYSTÈME NERVEUX SUR L'ABSORPTION.

L'action des nerfs s'exerce toujours par l'intermédiaire d'une substance contractile. — L'absorption, au point de vue physique, est un simple effet de l'endosmose. — Le double courant qui résulte de ce phénomène physique ne se produit pas dans les vaisseaux aussi longtemps que le sang circule. — Il ne se produit alors qu'un courant d'endos-

mose. — L'absorption est retardée dès que la circulation est ralentie. — Expérience de Magendie. — L'absorption d'un poison peut être empêchée par la ligature des vaisseaux. — On arrive au même résultat par la galvanisation des nerfs. — L'influence du système nerveux sur les phénomènes de l'absorption dépend de son action sur les vaisseaux. — Effets de l'inanition chez les animaux qui ont subi la section de certaines branches du grand sympathique................ 283

DIX-NEUVIÈME LEÇON.

DES DIVERS DEGRÉS D'EXCITABILITÉ QUE PRÉSENTE LE SYSTÈME NERVEUX.

Considérations sur les altérations que présentent les nerfs divisés. — Tous les tissus peuvent passer de l'état de repos à l'état d'activité et de l'état d'activité à l'état de repos, sous l'influence du système nerveux. — Les mêmes tissus présentent un degré bien différent d'excitabilité chez les divers individus d'une même espèce. — La différence est encore plus grande chez les animaux d'espèces différentes. — Chez tous les animaux les éléments organiques conservent toujours les mêmes propriétés physiologiques. — Les variations que présente l'excitabilité des tissus chez des animaux d'espèces différentes peuvent se retrouver chez un seul et même individu, selon les conditions physiologiques dans lesquelles il est placé. — Application de ces vues à l'action des médicaments et des poisons........................ 289

VINGTIÈME LEÇON.

PARALLÈLE ENTRE LE GRAND SYMPATHIQUE ET LE SYSTÈME CÉRÉBRO-SPINAL

La différence entre les nerfs de la vie organique et ceux de la vie animale est plus apparente que réelle. — Le mot « grand sympathique » doit être rayé du vocabulaire scientifique. — La disposition anatomique du système des nerfs organiques explique l'opinion des anciens anatomistes à cet égard. — Les ganglions ont été considérés comme des centres nerveux distincts. — On sait aujourd'hui que le grand sympathique émane de la moelle épinière. — Il n'existe en réalité que deux grands systèmes nerveux, l'un sensitif, l'autre moteur. — Les nerfs sensitifs du système organique ne transmettent que des impressions dont l'animal n'a point conscience. — Les nerfs moteurs du système organique n'agissent que sur la contractilité vasculaire. — Les nerfs moteurs cérébro-spinaux agissent sur les autres tissus. — Inconvénients du galvanisme dans les expériences sur le système nerveux. — On doit soigneusement isoler les nerfs cérébro-spinaux, des

filets sympathiques dans toutes les expériences destinées à éclairer les fonctions. — Les conditions nécessaires au succès de ces expériences ne se rencontrent qu'à la face. — Il est aujourd'hui démontré qu'il existe deux ordres de nerfs, qui sont de même nature, mais qui sont destinés à des rôles différents. — Les uns président à la nutrition des tissus ; les autres, à leur activité fonctionnelle...... 296

VINGT ET UNIÈME LEÇON.

RÉSUMÉ DES IDÉES EXPRIMÉES DANS CE COURS.

Le système nerveux est destiné à faire régner l'harmonie entre les diverses parties de l'organisme. — Il n'existe pas deux ordres de nerfs, les uns sensitifs, les autres moteurs. — La seule différence réelle entre ces deux ordres de fibres est donnée par la direction du courant nerveux qui les traverse. — Impossibilité de concevoir isolément l'existence de l'un ou l'autre de ces deux ordres de nerfs. — Importance de l'action des nerfs sur les vaisseaux. — L'histoire des circulations locales repose entièrement sur la découverte des nerfs vasomoteurs. — Les nerfs agissent sur les vaisseaux par l'intermédiaire d'éléments contractiles, comme partout ailleurs. — Actions du système nerveux sur les autres tissus et sur lui-même. — Application de ces vues générales à la médecine.............................. 307

LEÇONS DE PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE.

Extraites de cours professés au Collège de France, 1858-1870.

PHYSIOLOGIE ET PATHOLOGIE (janvier 1858)........................ 321

LE DIABÈTE (février 1859).. 328

LA FIÈVRE (février 1859)... 340

PROPRIÉTÉS SENSITIVES DU GRAND SYMPATHIQUE, ET MOUVEMENTS RÉFLEXES QUI SE PRODUISENT SOUS SON ACTION (juin 1859)................ 350

LA CIRCULATION GÉNÉRALE ET LES CIRCULATIONS LOCALES. — INFLUENCE VASO-MOTRICE DU NERF GRAND SYMPATHIQUE (janvier 1859).......... 361

LA CIRCULATION GÉNÉRALE ET LES CIRCULATIONS LOCALES. — INFLUENCE VASO-MOTRICE DU NERF GRAND SYMPATHIQUE (suite) (février 1859)..... 376

La médecine expérimentale (avril 1864)........................ 396
La médecine expérimentale et la médecine d'observation (décembre 1864)........................ 418
Le milieu intérieur comme champ d'action de la médecine expérimentale (janvier 1865)........................ 434
La méthode d'investigation dans les recherches de médecine expérimentale (janvier 1865)........................ 445
La médecine d'observation et la médecine expérimentale (janvier 1869)........................ 454
L'expérimentation dans les sciences de la vie (janvier 1869)........ 477
L'empirisme et le rationalisme dans l'expérimentation physiologique. — la critique expérimentale (février 1869)........................ 505
L'histoire de l'expérimentation physiologique. — l'art d'expérimenter sur les êtres vivants (février 1869)........................ 529
L'évolution de la médecine scientifique et son état actuel (janvier 1870)........................ 560

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

118-80. Corbeil, typ. et stér. Crété.